المكتبة الثقافية
(جامعة حرة)
٢٣٨

الإنسان والنسبية والكون !

دكتور . عبد المحسن صالح

الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

١٩٧٠

تمهيد

يحكى أن شخصا يدعى ج.ح. « الفصيح » كان له اهتمام كبير بتتبع أخبـــار غزو الفضاء ، وكان يســتخدم فصاحته فى مناقشة الموضوع كلما وجد الى ذلك سبيلا ، فهو حائر ومتشكك فى قدرة الانسان على الصعود الى القمر أو الكواكب الأخرى ، لأن ذلك يعنى ـ على حد تصوره ـ أنه قد صعد فى السماء !

وفى ذات يوم اشترى جريدة أشارت الى هذا الموضوع فى صفحاتها الأولى ، ووجد فيها صورة أثارت فيه الدهشة والعجب العجاب •• لقد رأى الأرض فوق القمر ، وتحير حيرة شديدة ، اذ كيف يمكن أن تكون الأرض فوق القمر ؟ وقرأ ثم قرأ بنهم ، ولكنه لم يجد لذلك تعليلا •• وأخــيرا جمعته الصدفة بصــديقه س•ص• « فهــلاو » ، وقال له والحــيرة عليه بادية : هــل يمكن أن تعلل لى كيف يمكن أن يلتقط رواد الفضاء وهم على القمر صورة للأرض وهى تظهر فوقهم فى السماء كما تراها هنا ؟ •• فقال فهلاو : الأمر بسيط ، فالذين وضعوا الصورة فى الجريدة جهلة ، لأنهم

وضعوها مقلوبة ، فظهرت الأرض فوق القمر ، ولو كانت في وضعها الصحيح لظهر القمر فوق الأرض !

عندئذ يرد الفصيح على فهلاو باستنكار : ولكنك لو قرأت ماكتبوه تحت الصورة ، لوجدت أنها غير مقلوبة ، فرائد الفضاء يخاطب أهل الأرض وهو يخطو على سطح القمر ويقول : كم تبدو الأرض بروعتها وبهائها وهي معلقة فوق رأسه في الفضاء .

ويشيح فهلاو بوجهه ويقول : ألا زلت يافصيح تؤمن بما يقول هؤلاء ؟ هل يعقل أن يصعد الانسان في السماء حتى يصل الى القمر ؟ .. انها ولا شك أفكار استعمارية يريدون بها زلزلة عقيدتنا ، ولكن - والحمد لله - عقيدتنا ثابتة ثبوت الجبال .. لا عليك من كل هذا يا فصيح .

ولكن الفصيح لا يزال مرتابا فيما يقول فهلاو ، وعندئذ يستخدم فهلاو المنطق ويقول : لنفرض أنك صعدت فوق برج القاهرة أو في طائرة ، ونظرت الى الأرض ، فانك ستجدها تحتك .. ولنتصور أن مصعد البرج أخذ يرتفع ويرتفع حتى وصل الى نجوم السماء .. لنفرض ذلك فرضا - عندئذ لو كنت أنت في المصعد ونظرت الى الأرض فلاشك أنك ستجدها تحتك لا فوقك كما يدعي الآخرون .. ولهذا فان من يصعد الى القمر في صاروخ كمن يصعد اليه في مصعد .. هل اقتنعت الآن يا سيد فصيح ؟

ويرد الفصيح : ليس تماما ، فانني لا أستطيع أن أتشكك بسهولة فيما يقول العلماء ، والعلم شيء آخر لاتنفع معه الفهلوة ، ولابد أن فى الأمر سرا .

وبينما هما يتناقشان ، يلحظ الفصيح العالم م.م. مشكور وهو يقبل نحوهما ، ويسرع اليه الفصيح ، ويروى له مادار بينه وبين فهلاو ، وهو يريد أن يعرف التعليل الصحيح .

عندئذ ينظر اليه العالم وهو يبتسم ويقول : الواقع أنك لو ذهبت الى القمر أو الكواكب ، أو مهما « صعدت » فى السماء ، وتجولت بين النجوم ، فانك لن ترى شيئا تحتك فى الكون .. كل شيء فيه يبدو لك وكأنما هو فوقك .. بمعنى أنه لو كانت هناك مخلوقات عاقلة تسكن الكواكب التى تبدو لنا وهى معلقة فوق رءوسنا فى السماء ، فانهم يرون أرضنا وهى معلقة فوق رءوسهم فى السماء .. لا تحتهم كما يبدو لك ، فالظاهر هنا يختلف عن الباطن ، ولهذا لابد أن تعلما أن فوق وتحت مسألة نسبية ، وهى تتوقف على المكان الذى يمكن أن تتواجد فيه فى الكون الواسع .

ويتشكك فهلاو والفصيح فى الأمر ، وكأنما لا يفهمان شيئا ، ويلحظ م.م. مشكور ذلك ، فيستطرد قائلا : ان ظواهر الأمور تجعلنا نحس بأن الأرض منبسطة ومسطحة ، فمهما تجولت فى أرجائها فانك لن ترى أنها كروية ، مع

أن هناك أدلة كثيرة تشير الى كروية الأرض لا انبساطها ٠٠ ولكن لنفرض أن الأرض منبسطة ومسطحة ، عندئذ لابد أن نقول ان السماء بمثابة سقف مرفوع فوق هذه الأرض المستوية ، وفى هذا السقف تنتشر الكواكب والنجوم فوقنا، كما تنتشر الثريات المعلقة فى سقف الحجرة مثلا ٠٠ وعندئذ يكون لفوق وتحت معنى ، وبهذا تكون استنتاجاتكما صحيحة ٠

ولكن الأرض كروية ، أى أنها أشبه بكرة دوارة فى فضاء فسيح ، وحولها وفى جميع الاتجاهات تنتشر النجوم والكواكب والأقمار على هيئة أجسام كروية كذلك ـ وكلها تدور فى فضائها ٠٠ ومادامت الأجرام السماوية ـ بما فيها الأرض ـ كرات دوارة ، وليست سطوحا مستوية ، فان أى مخلوق يقف على أى منها ، سيبدو له أن كل شيء فوقه ، لا تحته كما نتصور ٠٠ ولكى نوضح ذلك فعلينا بأرضنا ٠٠ فالواقف عند القطب الشمالى يقول ان رأسه الى فوق ، فى حين أن الواقف عند القطب الجنوبى يؤكد لصاحبه أن رأسه (أى رأس الجنوبى) متجهة الى أعلى ٠٠ الى فوق ، وليس الى تحت بالنسبة للواقف عند القطب الشمالى ٠٠ والواقع أن كلا منهما على حق ، لأن فوق وتحت مسألة نسبية ٠٠ وكذلك تكون الأمور فى الأجرام الأخرى الكروية ٠٠ ولكى تستوعبا ذلك ، فعليكما أن تتصورا أننا نقف على هذه الأرض بنفس الصورة التى يمكن أن نراها فى حالة كرة مثبت عليها عدد كبير من الدبابيس العمودية ٠

والواقع أن النقاش بين الثلاثة سيطول ، وعلينا أن نعود لنقول : اننا لا يجب أن ننظر الى الكون بنفس نظرتنا الأرضية الى كل ما حولنا ٠

صحيح انك تستطيع أن تستخدم لفظ فوق أو تحت بالنسبة لأرضك ، فأنت عندما تقول أن الكتاب فوق المكتب ، أو أن الحذاء تحت السرير ، فقد حددت موضعهما بالنسبة لشيء تحته أو فوقه ٠٠ ولكنك لا تستطيع أن تقول فوق وتسكت ، أو تحت وتسكت ، فليس لفوق أو تحت معنى الا اذا كنت أكثر تحديدا فى القول ٠٠ كذلك لن يكون لليمين أو اليسار معنى الا اذا حددت الاتجاه الذى تسير فيه على أرضك ، والمكان الذى تقف فيه على كوكبك ٠

اذا سألك سائل : هل الصحراء الشرقية الى يمينك أو يسارك ثم سكت ، فانك لن تجد معنى لمثل هذا التساؤل ، اذ لابد أن يكون السؤال أكثر تحديدا ، لأن اليمين واليسار مسألة نسبية متغيرة ٠٠ بمعنى أنك لو كنت متجها من الشمال الى الجنوب ، فان الصحراء الشرقية ستكون الى يسارك ، ثم تصبح الى يمينك وأنت قادم من أسوان الى القاهرة ٠

ومع أن هذا الأمر صحيح بالنسبة لمن يسير فى وادى النيل ، الا أنه ليس صحيحا بالنسبة لمن يتجول على أرض السعودية ٠٠ لأن الصحراء الشرقية ستكون الى يمينه وهو

متجه جنوبا ، فى حين أنها الى يسار المتجه جنوبا فى وادى النيل ..

الصحراء النوبية تقع فى الجنوب بالنسبة لنا ، ولكنها فى الشمال بالنسبة للسودان .. كذلك يقع البحر الأحمر شرقنا ، ولكنه يقع الى الغرب بالنسبة للسعودية .

اذن .. فاليمين ليس مطلقا ، ولا كذلك اليسار .. تماما مثل فوق وتحت ، أو شمال وجنوب ، أو شرق وغرب .. فكلها أمور نسبية .

عندما تغرب الشمس وتقول انها قد غربت (الواقع أننا نحن الذين نغرب نتيجة لدوران الأرض حول نفسها) .. فهذا صحيح من وجهة نظرك فقط وبالنسبة للمكان الذى تقف فيه على أرضك ، ولكن الغروب بالنسبة لك ، قد يكون شروقا بالنسبة لغيرك .. وحيث تعيش أنت فى وضح النهار على هذا الجزء من كوكبك ، يكون غيرك فى جنح الظلام .. كل يرى الأمور بالنسبة للاطار الذى فيه يعيش .

اذا أقسمت أن وزنك ستون كيلو جراما ، فقد حنثت فى قسمك ، اللهم الا اذا تداركت الأمور ونسبت وزنك لكوكبك .. فأحيانا لا يكون لك وزن على الاطلاق ، وأحيانا أخرى تزن مئات الأطنان ، أو ما بين ذلك تكون موازينك .. كل هذا يتوقف على المكان الذى تقف فيه على ميزانك !

لو أنك أخذت معك الميزان ، وتوجهت الى الفضاء ، حيث منطقة انعدام الوزن أو الجاذبية ، فان الميزان لن يسجل لك وزنا ، ولو وقفت عليه فى المريخ لأصبح وزنك هنـاك ٢٢ كيلو جراما ، وعلى المشترى ١٥٢ كيلو جراما ، وعلى أجرام أخرى ثقيلة وضخمة للغاية ، فانه يسجل لك عشرات ومئات الأطنان !

اذن ٠٠ فوزنك نسـبى ، وهـو يتوقف على مـكان وجودك فى هذا الكون الكبير ، حيث تختلف الجاذبية فيه من مكان الى مكان ٠

أنت مثـلا تجلس ساكنا مسـترخيا على مقعدك فى العمـل أو المنزل ، وكل ما حـولك ثابت لا يتحـرك ٠٠ الجدران والكراسى والأوانى والمفروشات ٠٠ الخ ، ولكن كل هذا سكون ظاهرى ونسبى ، اذ لا يوجد فى الكون كله شىء ثابت ٠٠ الـكل فى حـركة دائبـة ٠٠ الذرات والجزيئـات والموجات والخلايا والمخلوقات والمحيطـات ٠٠ الخ ٠

الأرض التى تعيش عليهـا تبـدو لك ساكنة غير متحركة ، كما يبدو لك أن الشمس هى التى تتحرك بين شروق وغروب ٠٠ ولكن الظاهر هنا لا يدل على الحقيقة ٠٠ اذ أن الأرض هى التى تتحرك حول الشمس ٠٠ انها تدور حول نفسها بسرعة ١٠٠٠ ميل فى الساعة ، فيكون تعاقب الليل والنهار ، ثم تطوف حول الشمس فى مدار بسرعة ٦٦ الف ميل فى الساعة فتكون الفصول الأربعة ، ثم انها

تترنح وتتمايل ببطء شديد كما تفعل « النحلة أم علقة » التى يلعب بها الأطفال ·· ولكن ، من منا يحس بكل هذه الحركات ؟

قطعا لا أحد ، فسرعة الأرض منتظمة ، وحركتها متقنة ، وانطلاقها فى الفضاء غاية فى الدقة والروعة ، ولا نستطيع أن نحس بحركة الأرض الا اذا توقفت عن الدوران فجأة ، وعندئذ سوف نتطاير فى الفضاء بسرعة كبيرة ·· تماما كما يحدث فى القطار (أو السيارة) عندما يتوقف فجأة ، فيندفع الناس الى الأمام بنفس السرعة ، ليموت منهم من يموت من هول الصدمة !

« والشمس تجرى لمستقر لها » بسرعة ٥٤٠ ألف ميل فى الساعة ، « وتحمل » معها كواكبها التسعة لتنطلق معها فى الكون بهذه السرعة ، رغم أننا لا نحس بحركة ·· ومع الشمس يتحرك مائة ألف مليون نجم أو شمس تكون مجموعة أو عائلة مستقلة نطلق عليها اسم المجرة ، وكل نجم من هذه النجوم يتحرك فى مجرته ــ وبالنسبة لغيره ــ بسرعة ثابتة منتظمة ، ولهذا يبدو لنا أن كل شىء حولنا ثابت ، رغم أنه لا يوجد فى الكون ثبات أو سكون·

ومثل مجرتنا ملايين فوق ملايين من المجرات الأخرى التى تنتشر فى فضاء عظيم لا نعرف بدايته من نهايته ·· ولكل نجم فى مجرته سرعته فى المجال المحدد له ·· وكل مجرة بعائلتها النجمية الضخمة تتحرك وتبتعد عن المجرات

الأخرى بسرعات قد تصل الى عشرات الألوف من الأميال فى الثانية الواحدة ·· الى أين ؟ ·· لسنا فى الحقيقة ندرى ·· كل ما نستطيع أن نقوله : « وكل فى فلك يسبحون » !

اذن فالكون حركة مستمرة ·· وكل ما فيه يتحرك بالنسبة لغيره ، ولا يمكن أن تجد فى هذا الكون مكانا واحدا فى حالة ثبات أو سكون ، لنتخذه كاطار غير متحرك، فنرصد منه حركة الأجرام السماوية على حقيقتها ·

ان الفضاء الواسع الذى تنتشر فى أرجائه ملايين الملايين من النجوم والكواكب ليس له حدود ثابتة ·· وأنت لا تستطيع أن تحدد فيه شيئا اسمه فوق وتحت ، أو يمين ويسار ، أو شمال وجنوب ، أو أعلى وأسفل ·· الخ ، رغم أنك تستطيع أن تحدد ذلك على أرضك ·· لأنها محدودة بأبعاد ثابتة ، وأمكنة ثابتة ، وأزمنة ثابتة ·· وكل مايحدث فيها من حركة وسرعة وأحداث منسوب اليها ـ الى الأرض، ولهذا يبدو لنا كل شىء منطقيا ومعقولا ·

***

وعندما تظهر نظرية النسبية التى وضع أصولها العالم الكبير ألبرت اينشتاين على مسرح الأحداث نجدها تنادى بأمور غريبة غاية الغرابة ، لأنها تهدم كل ما تعودنا عليه فى حياتنا الأرضية ، وتقلب فى عقولنا مفاهيم الزمان والمكان والحركة والمادة والطاقة والكتلة ·· الخ ·

والواقع أن نظرية النسبية لا تعالج أحداثنا الأرضية، ولكنها تعالج نواميس الكون ، وتبين لنا أن هناك أسرارا كبيرة تضن على الأفهام ، أو كأنما عقولنا لم تتهيأ لمعرفة حقيقة الكون الذى نسكن فى جزء منه جد ضئيل .

ربما تكون قد سمعت أن الذين يفهمون نظرية النسبية فى العالم كله لا يزيد عددهم على اثنى عشر شخصا (وفى قول آخر ثلاثة !) .. وهذا قول مبالغ فيه الى حد بعيد .. اذ ليست المشكلة فى النظرية ، ولكن المشكلة الحقيقية أننا لا نستطيع أن نهضم غرابة ما نادت به النظرية .. فقد تنبأت بأمور تدخل فى حدود « اللامعقول » .. ومع ذلك ، فأنت لا تستطيع أن تستوعب نظرية النسبية لو أنك تحليت بشىء من الصبر والتركيز والخيال الخصيب .

ولكن ليس معنى ذلك أن أينشتاين قد جاء بنظريته من وحى خياله ، بل أتى بها على أساس تحليلات رياضية عميقة ، مستخدما فى ذلك كل ما توصل اليه العلماء السابقون مثل نيوتن وجاليليو وفيتزجيرالد ولورنتز وبوانكريه وميكلسون ومورلى ومينكوفسكى وماكس بلانك .. الخ ، ولكن أينشتاين استطاع أن يصقل « جوهرة » العلم بطريقة أكثر تألقا ، وأتقن صنعا ، حتى أصبحت وضاءة على « جبين » الفكر الانسانى ، وربما تأتى أجيال وأجيال لتزيد « الجوهرة » صقلا ، وتقريبا من الحقيقة التى لازلنا فيها حائرين .

ولقد ظهرت نظرية النسبية على مرحلتين : الأولى فى عام ١٩٠٥ وأطلق عليها النسبية الخاصة أو المحدودة ، ثم ظهرت المرحلة الثانية فى عام ١٩١٦ باســـم النســبية العامة ، أى أنها أشمل وأعم ٠٠ وسوف نتعرض هنا فقط لنظرية النسبية الخاصة لضيق المجال ٠٠ ليس الا ٠

والواقع أن اللغــة التى ظهرت بها النظريتان لغــة خاصة جدا، ، وعندما تلقى عليها نظرة ، تبدو لك وكأنما هى طلاسم ورموز لا معنى لها ولا طعم ، ولكنها بالنسبة لأربابها تعنى الكثير جدا ، وهى تغنى عن الكلام والشرح ٠٠ تلك هى لغــة المعادلات الرياضية التى تعبر لنــا عن أسمى أنواع الفكر البشرى ، وهى التى توضح لنا النظم الكونية التى تسير بحساب ومقدار ٠٠ وكأنما هذه اللغة هى المجال الحقيقى لفهم ألغاز هذا الكون وخباياه ، وكأنما الله قد وضع الأساس ، وترك لعلماء الرياضيات الباقى ، وكأنما هو يشير الينا من طرف خفى أن الكون كله تحكمه المعادلات ٠٠ أو ربما كانت تحكمه معادلة واحدة لم يتوصل أحد الى سرها بعد ٠

ان أسرار الطبيعة لا تتكشف الا لكل من كانت له عينان يستخدمهما فى التأمل الواعى ، وصبر على الملاحظة الطويلة ، وقدرة على جمع المعلومات وربطها فى اطار محدد ومنمق ، ثم موهبة فى التحليل السليم ٠٠ ومن بين البلايين التى جاءت على هذا الكوكب ثم ذهبت ، ظهرت فيها قلة

من العقـول التى أثرت فى العلم والحضارة والفنـون ، وتركت أفكارا خالدة ، وأعمالا عظيمة لتؤثر فى حيـاة البشرية .. ومن هؤلاء ألبرت أينشـتاين الذى قدم لنـا نظرية النسبية الشهيرة ، فغيرت كل ما هو مألوف ومنطقى على أرضنا .

ان النظرية تشـير الى أن الزمن « بعـد » قابل للانكماش ، وأحيانا وتحت حالات خاصة تشير الى توقف هذا الزمن ! .. ويتبع ذلك أن الماضي والحاضر والمستقبل مسألة نسبية .. وأن غدا بالنسبة لك ، قد يكون أمسا بالنسبة لغيرك .. كما تشير النظرية الى أن الأبعاد ليست محددة ، بل هى قابلة للانكماش .. وأن المادة طاقة ، والطاقة مادة ، أى أنهما وجهان لشىء واحد ، وأحيانا ماتفنى المـادة ، لتظهـر على أنقاضهـا طاقات هائلة أعنف من كلّ « عفـاريت » الملك سليمـان .. وأن كلّ شىء فى الكون نسبى ، ماعدا الضوء ، فهو الشىء الوحيد الثابت الذى لا تتغير سرعته أبدا تحت أى ظرف من الظروف ، ولهذا اتخذه أينشتاين أساسا لبنـاء معادلاته الرياضية ، التى انبثقت منها نظرية النسبية .. وسيتبين لنا معنى ذلك فيما بعد .

الى النسبية اذن .. واصبروا وصابروا ، وفقكم الله وايانا

دكتور عبد المحسن صالح
كلية الهندسة ـ جامعة الاسكندرية

الابراهيمية فى يناير ١٩٧٠

على موجات الأثير !



ربما قد أتتك رسالة كتب فيها صاحبها أنه يرسل لك تمنياته وأشـــواقه على « موجات الأثير » •• أو ربما سمعت عن أرواح أثيرية أو أجواء أثيرية أو أى شىء من هذا القبيل •

ورغم أن فكرة الأثير قد دفنت منذ أكثر من ثلاثة أرباع قرن من الزمان ، الا أنهـــا لازالت مخيمة على عقول الكثيرين ليستخدموها فى حمل التمنيات والأشواق •• اذن ، فما هو ذلك الأثير ؟ •• وما علاقته بنظرية النسبية؟

الواقع أن فكرة الأثير قد خيمت على عقول العلماء ردحا طويلا من الزمان ، وأثارت بينهم جدلا كبيرا ، الى أن انتهت ودفنت فى بداية القرن العشرين ، ولكى نعرف كيف نشـــأت الفكرة ، دعنـــا نتعرض لتجـربة بســيطة للغاية •

ضــع مصباحا مضيئا مع جرس كهربى فى داخل صندوق زجاجى محكم ·· الجرس يرن ، والمصباح يشع ، فتسمع رنينا ، وترى ضوءا ·

عليك اذن أن تفرغ الهــواء من داخــل الصــندوق بمضخــة ماصة (مخلخلة هواء) ·· وحيث يقــل ضغط الهواء داخل الصندوق ، يتضاءل رنين الجرس شيئا فشيئا حتى يكاد يختفي ، أو قد لا تسمعه على الاطلاق ، اذا وصل التفريغ الى أقصاه ·· ومع أن الصوت قد اختفى ، الا أن الضوء لا يزال يشع ، وكأن شيئا لم يحدث ·· فماذا يعنى هذا ؟

يعنى أن الهواء هو الوسط الذى يحمل لنا موجات الصوت ، فبدون هواء ، اذن لا سمع ·· أنت على القمر لا تستطيع أن تسمع جارك الذى ينادى عليك بأعلى صوت، فليس للقمر جو كجونا ليحمل تردد الصوت الى آذاننــا (الواقع أن رواد القمر يتخاطبون هناك عن طريق موجات الراديو ·· أى أن هناك أجهزة استقبال وارسال) ·

وعلى نفس هذا المنوال تساءل العلماء : اذا كان الهواء هو الوسط الحامل لموجات الصوت ·· فلابد أن هنــاك وسطا ليحمل لنا موجات الضوء ، وبدون هـــذا الوسط لا يمكن أن نستقبل ضوءا ، وسيخيم الظلام على الكون ·

ومن أجل هذا افترض العلمــاء وجود وسط أثيرى

يتخلل كل فراغات هـــذا الكون ، ويمتد حولنا فى كل الاتجاهات ، ولكننا لا نســـتطيع أن نفـرغه أو نكتشف وجوده ، فليس له خواص تميزه ، لتبين لنا طبيعته ، ومع ذلك فلابد أن يكون موجودا كوسط رقيق غاية الرقة لينقل لنا موجات الضوء ويحملها من مصادرها على الأرض وفى السماوات ٠

هذه هى الفكرة التى راودت عقول العلماء ٠٠ فبدون هواء ، لا سمع ، وبدون أثير ، لا رؤية ٠٠ فلابد من وسط حامل لهذا وذاك٠٠ تماما كما تقول: بدون ماء ، فلا موجات مائية ، لأن الماء هو الوسط الذى تنتشر فيه موجاته ٠٠ ولا يمكن أن نتصـــور وجود موجات مائية تضرب الشط الا اذا كان هناك ماء تحتها ليحملها ٠

لقد حاول العلماء استنباط الوسائل العلمية للكشف عن وجود هـــذا الأثير ، ولكن بدون جـدوى ، وأحيـانا ما يستخدم الانســان خبرته الطويلة النابعة من ملاحظاته المستمرة على أرضـه ، لكى يدلل على صـحة ما يريد أن يتوصل اليه ٠٠ ولكن القول الفصل يتركز فى التجـربة العلمية ٠٠ ولا شىء غيرها ٠

ان أبسط أنواع الاستنتاجات البديهية تقول : اذا كان الأثير موجودا ، وأنه يتخلل الفراغ الكونى كله ، فقد يكون هو الشىء الوحيد الثابت ، أو أنه السكون المطلق الذى لا يتحرك أبدا فاذا كان الأمر كذلك بالنسبة للأثير ،

فلا شك أن أرضنا وكل الأجرام السماوية تتحرك فى هذا الأثير ، وتمخر « عبابه » ، كما يمخر القـــارب الشراعى عباب الماء ٠

ولكنك عندما تستقل قاربا شراعيا يجرى بك على صفحة الماء ، ثم تركز بصرك فى داخل القارب ، فانك لن تعرف ان كان القارب يتحرك أو لا يتحرك ، اللهم الا اذا نظرت الى الماء ، أو وضعت فيه عصا ، وعندما ترى الماء ينفرج فى مسار القارب (أو العصا) ٠٠ هنا فقط تعرف أنه يتحرك ٠

وقد تقفز الفصـــيح ويقـــول : وما يدرينـــا أن ذلك صحيح ؟٠٠ أو ليس من الممكن أن يكون القارب واقفا ، وأن الماء هو الذى يتحرك ؟

والواقع أن كلا الاستنتاجين صحيح ٠٠ ولكى تعرف ان كان القـــارب هو الذى يتحـــرك ، أو أن الماء هو الذى يتحـــرك ، فعليك أن تنظـــر الى أى شيء آخـــر ثابت على الشاطيء ، لترى ان كان القارب يتحرك بالنســـبة له أو لا يتحرك ٠

وعلى نفس هذا النوع من الاستنتاجات ، ساد الظن بين علماء القرن التاسع عشر وقالوا: اذا كان الأثير موجودا، والأرض تنطلق خلاله بسرعة ٦٦ ألف ميل فى الساعة فى مدارها حول الشمس ، فانها ولا شك ستخلق فيه « تيارات أثيرية » ، أسوة بمـــا يحدث للقارب فى الماء ، أو « رياحا

أثيرية » كالتى تظهر عندما ينطلق القطار مثلا فى الهواء ، ويخلق فيه تيارات أو رياحا هوائية ، الا أننا لا نستطيع أن نكتشف أو نقيم الدليل على وجود هذه التيارات الأثيرية كما هو الحال مثلا مع التيارات المائية والهوائية ، كما أن الأثير لا يبدى أية مقاومة لحركة الأرض وهي تنطلق فيه ، بل تنساب خلاله كما « ينساب النسيم خلال الأشجار » !

والعلماء فى محاولاتهم للكشف عن الأثير ، انما يسعون الى قياس سرعة الأرض بالنسبة له ، فهو الشيء الوحيد الثابت فى الكون ، أى أنه لا يتحرك كما تتحرك الأجرام السماوية فيه ، ولكى نعرف سرعة الأرض المطلقة، فلابد أن ننسبها لشيء لا يتحرك على الاطلاق ، ونحن لا نستطيع أن نجد شيئا واحدا فى الكون بدون حركة ، ولهذا فان سرعة الأرض منسوبة دائما الى أشياء متحركة ، ويتبع ذلك أن سرعتنا فى الكون نسبية ، والأثير الساكن هو الأمل الوحيد الذى يمكن أن يدلنا على حركة الأرض المطلقة فيه .. ولكن .. كيف الوصول اليه والكشف عن طبيعته ؟

دعنا اذن نتصور أن الأرض تسبح فى الأثير كما تسبح السمكة فى الماء .. ان المسافة التى تقطعها السمكة وهى تسبح ضد التيار فى زمن معين ستكون أقصر من المسافة التى تسبح فيها مع التيار فى نفس الفترة الزمنية.

وبفكرة قريبة من ذلك صمم العالم الأمريكي ميكلسون جهازا حساسا ودقيقا غاية الدقة ليقيس سرعة الضوء خلال الأثير والأرض مقبلة عليه ، ثم قياسه والأرض مدبرة عنه (أو في أي اتجاه آخر) .. فاذا كانت هناك تيارات أثيرية نتيجة لحركة الأرض خلال الأثير ، فلا شك أن سرعة الضوء ستختلف بين اقبال وادبار خلال هذه التيارات (كما هو الحال مع السمكة وتيارات الماء) .

دعنا نوضح ذلك بمثال : لقد كانت سرعة الضوء معروفة في ذلك الزمان ، أي أنها في حدود ١٨٦ ألف ميل في الثانية .. لنفرض أن الأرض تتحرك خلال الأثير بسرعة ألف ميل في الثانية (*) .. عندئذ ستصبح سرعة الضوء بالنسبة لأهل الأرض ١٨٥ ألف ميل في الثانية عندما نرسل شعاعا ضوئيا في اتجاه حركة الأرض خلال الأثير .. ولكنها ستصبح ١٨٧ ألف ميل في الثانية اذا أرسلنا شعاع الضوء في عكس اتجاه الحركة .

ونحن لا نريد أن ندخل هنا في كثير من التفاصيل العلمية ، اذ تكفينا النتيجة التي توصل اليها ميكلسون .. ثم ميكلسون ومورلى بعد ذلك .. ووجدا أن سرعة الضوء

---

* الواقع أن سرعة الارض في مدارها تقع في حدود ١٨٫٥ ميل في الثانية .. ولقد فرضنا أن سرعة الارض ١٠٠٠ ميل في الثانية للتبسيط ، وليكون للرقم معنى .

ثابتة لا تتغير ، وأنها لا تعتمد على حركة الأرض خلال الأثير على الاطلاق .

عندما أعلن ميكلسون ومورلى هذه النتيجة فى عام ١٨٨٧ ، دهشت لها الأوساط العلمية دهشة بالغة ، وهزت معتقدات العلماء هزة هائلة .. وأعيدت التجربة مرات ومرات ، وبلغت حساسيتها الى الدرجة التى أمكن بها اكتشاف التغيير الحادث حتى ولو بلغت سرعة الأرض ميلا واحدا لا غير فى الثانية .. علما بأن سرعة الأرض تبلغ ١٨ر٥ ميل فى الثانية .. ورغم ذلك ، فان النتيجة واحدة .. أى أن سرعة الضوء لا تختلف بين اقبال وادبار خلال الأثير .

والى هنا تنهار فكرة الأثير وتياراته أو رياحه ، ووقع العلماء فى حيص بيص .. ليس فقط لأن الأثير غير موجود، ولكن لأن هذه التجربة التاريخية الهامة التى أجراها ميكلسون ومورلى وغيرهما قد أثبتت حقيقة غريبة تناقض كل ماهو منطقى وبديهى فى حياتنا .. فسرعة الضوء دائما ثابتة لكل من يراها فى الكون .. وهى لا تختلف ولا تتأثر بحركة الجسم الذى يطلقها .. وسنعود الى توضيح معنى ذلك فى الباب القادم .

بعد هذا تقدم العالمان الكبيران ج.ف. فيتزجيرالد من جامعة دبلن ، هـ.أ. لورنتز من جامعة ليدن ــ كل على

انفراد – يحل فى ظاهره الرحمـة ، وفى باطنه العـذاب لينقذا نظرية الأثير من الانهيار ٠

توصلا من خلال معـادلات رياضية الى ان أى شيء يتحرك بسرعة كبيرة ، فلابد أن ينكمش فى اتجاه حركته ٠٠ كلما زادت سرعته ، زاد انكماشه ٠٠ وعللا أن هذا الانكماش الذى حدث فى جهاز ميكلسون ومورلى بنسبة ضئيلة هو الذى أدى الى عدم توصلهما الى اثبات الاختلاف فى سرعة الضوء خلال الأثير والأرض منطلقة فيه (وسنعود لنوضح معنى هذا الانكماش بالتفصيل) ٠

كأننا نعود مرة أخرى الى القول بأن الأثير موجود ، وأن سرعة الضوء تتأثر بالحركة ، ولابد أن سرعته تختلف تبعا لذلك ٠٠ والى هنا نكون قد وصلنا الى طريق مسدود وملغم بالريبة والغموض والتناقض الشديد ٠

من نصـدق اذن ؟ ٠٠ هل نصـدق ما نادى به ميكلسون ومورلى عندما أثبتا بالتجربة القاطعة أن سرعة الضوء ثابتة لا تتغير تحت أى ظرف من الظروف ؟٠٠ أو هل نصدق فيتزجيرالد ولورنتز اللذين أشارا من خـلال معادلاتهما الى انكماش الأشياء وهى تنطلق فى الفضـاء ، وتحجب عنا القياس الصحيح ؟

الواقع أن كلا الرأيين صحيح ! ٠٠ كأننـا بتلك الاجابة نزيد الأمر تعقيدا ٠

وينتهى القرن التاسع عشر ، ولا أحد يستطيع أن يعلل سر هذا التناقض الغريب ، فلابد أن من ورائه سرا كبيرا ، توصـــل اليه ألبرت أينشـــتاين ، فى مطلع القرن العشرين وعمره لم يتجاوز ٢٦ عاما ٠

كان لزاما علينا أن نقدم هذه اللمحات الخاطفة عن طبيعة العصر الذى سبق مجىء أينشتاين ، وما ظهر فيه من جدال ومتناقضات ونظريات شتى ٠٠ فلقد كان مدلول النسبية معروفا قبل أن يظهر أينشتاين ، وتعرض له عالم الرياضيات هيرمان مينكوفسكى ، وكان أستاذا لاينشتاين فى جامعة زيوريخ ، وأوحى بها اليه ، ولكن الأستاذ لم يستطع أن يتوصل الى ما توصل اليه التلميذ ، فبز التلميذ أستاذه ، وان كان الفضل يرجع الى أفكار الأستاذ وغيره فى المقـــام الأول ٠٠ ولقد اعترف أينشـــتاين لمينكوفسكى بالفضل فقال : « انه لمن المحزن حقا أن يموت مينكوفسكى فى اليوم السابق لمولد النسبية » ٠

من حيث بدأ أينشتاين

بدأ اينشتاين من حيث انتهى غيره ، وأمسك بالخيط لينسج فى « ثوب » العلم نسيجا غريبا على عقولنا وزماننا لأن ما جاء به خروج على المألوف ، ولا يتمشى مع الاطار الذى نعرفه فى حياتنا ، ومن هنا كانت غرابة النظرية النسبية .

التقط أينشتاين الكشف الذى توصل اليه ميكلسون ومورلى ، واعتبر أن سرعة الضوء هى الشىء الوحيد المطلق .. بمعنى أنه ينطلق دائما بالنسبة لكل من يراه فى الكون بسرعة ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ، أى أنه ثابت كونى غير قابل للتبديل أو التغيير ، وهو لا يتأثر بسرعة المصدر الذى يطلقه ، أو يستقبله .

وقد يقفز هنا من يقول : ولكن سرعة الضوء تبطىء

اذا مر خلال الماء أو الزجاج ، فكيف نقول ان سرعته دائما ثابتة ، رغم أنها تتغير اذا مرت فى وسط ما ؟

هذا صحيح ٠٠ ولكن من صفات الضوء الغريبة أنه اذا تباطأ أثناء مروره فى الوسط المادى ، فانه يستعيد سرعته الأصلية بمجرد خروجه من هذا الوسط ٠٠ ان ما نقصده هنا أن سرعة الضوء دائما ثابتة فى الفضاء أو الفراغ ، وما أعظم الفراغات الكونية التى يسافر فيها الضوء ملايين السنين ٠

ويظهر الفصيح على المسرح ويقول : أنت — أو غيرك — تقول ان سرعة الضوء دائما ثابتة ، ولكننى أقول — وبناء على خبرتنا ومعلوماتنا — انه قد ينطلق بسرعة أكبر أو أصغر من ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ٠٠ ويضرب لذلك مثلا فيقول : لنفرض أن هناك صاروخا ذريا ينطلق فى الكون بسرعة ٥٠ ألف ميل فى الثانية ، وأن هناك راصدا فى مكان ما بالكون يرصد للصاروخ هذه السرعة ٠٠ ثم لنفرض أن رائد الفضاء فى هذا الصاروخ قد اطلق كشافا ضوئيا الى الأمام فى اتجاه حركة الصاروخ ٠٠ عندئذ سينطلق الضوء مبتعدا عن الصاروخ بسرعة ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ، ولكن الراصد يرى غير ذلك ٠٠ فالضوء ينطلق من صاروخ يتحرك بسرعة ٥٠ ألف ميل فى الثانية، عندئذ سيسجل الراصد سرعتين : سرعة الضوء وسرعة الصاروخ ، وسيبدو له أن الضوء ينطلق بسرعته وبسرعة

الصاروخ ٠ أى أنه سـيسجل للضوء سرعة تسـاوى ١٨٦٫٠٠٠ + ٥٠٫٠٠٠ = ٢٣٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية ٠٠ فما قولكم دام فضلكم ؟

ثم ما قولكم فى أن سرعة الضوء يمكن أن تقل عن ١٨٦٫٠٠٠ ميل في الشـانية ؟ ويدلل الفصيح على ذلك بحالة أخرى ٠٠ حالة انطلاق الضوء من مؤخرة الصاروخ (أى في عكس اتجـاه حركته) ٠٠ عندئذ سيسـجل الراصد الواقف فى الفضـاء سرعة هذا الضوء على أنها ١٨٦٫٠٠٠ ــ ٥٠٫٠٠٠ = ١٣٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية ٠٠ إذ لا بد أن نطرح سرعة الصـاروخ وهو ينطلق الى الامام من سرعة الضوء وهو ينطلق الى الخلف ٠

وردنا على الفصـيح ــ رغم أن ما قدمه لنا منطقى ومعقول ــ أن سرعة الضوء فى الفضاء بالنسبة لكل من يرصده ثابتة ، أى أنها لن تزيد عن ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ، ولن تنقص عن ذلك ، مهما كانت سرعة المصدر الذى أطلقه ، ومهما كان اتجاه الضوء ٠

ويعود الفصيح ليؤكد أن ذلك شىء لم نسمع به حتى فى أساطير الأولين ٠٠ ثم يتسـاءل : هل يعنى هذا أن كل ما تعلمناه فى المدارس والجامعات ، وما نراه بأعيننا ، ونسجله بأجهزتنا خاطىء ، رغم أنه يقوم على أساس علمى، وتسانده كل تجاربنا ومشاهداتنا الأرضية ؟

ولكى يوضح الفصـــيح وجهة نظره ، نراه يضرب مثالا آخر ويقول : لنفرض أن هناك قطارا ينطلق بسرعة ٥٠ ميــلا فى الساعة ، ويركب فيه مجرم يحمــل مدفعا رشاشا تنتطلق منه رصاصات بسرعة ٢٠٠ ميل فى الساعة على انسان يركب فى نهاية العربة .. فهل ستتأثر سرعة الرصاصات التى تنطلق الى الخلف بسرعة القطار الذى يندفع الى الأمام ؟

وسؤال الفصيح هنا ليس له معنى ، اذ يجب عليه أن يكون أكثر تحديدا .. سرعة الرصاصات بالنسبة لمن ؟ .. هل بالنسبة للاطار الذى يعيش فيه الناس داخل القطار ، أو بالنسبة لانسان يقف على الأرض ليسجل هذا الحدث ؟

بالنسبة للراكبين أو بالنسبة للذى أطلق الرصاص ، فالكل سيسجل سرعة الرصاصات داخــل القطار على أنها مائتا ميل فى الساعة ، ولن تختلف سرعتها سواء انطلقت فى اتجـــاه سير القطار أو فى عكس اتجــاهه .. فالبيئة التى يعيش فيها الناس داخل القطار ، كالبيئة التى يعيش فيها الناس على الأرض .. بمعنى أن القطار لو انطلق فى خط مستقيم ، وبسرعة انسيابية منتظمة لا تتخللها رجرجة أو اهتزازات أو ذبذبات أو أصوات عجلات .. الخ ، فان الذين يعيشون فى مثل هذا القطار العجيب لا يحسون أنه يتحرك ، اللهم الا اذا نظروا الى الأرض أو أى شىء ثابت على الأرض ، فيرونه يتحرك بالنسبة لهم .. أضف

الى ذلك أنك تستطيع أن تلعب الكرة فى هذا القطار كما تلعبها على الارض ، وتحلق الذبابة فى جو القطـــار كما تفعل فى جو الأرض ، واذا قفزت الى أعلى واستطعت أن تبقى بعيدا عن أرضية القطار لعدة لحظات ، فان هـــذه الأرضية لن تنفلت من تحتك ٠٠ فكل شيء فى القطار يبدو عاديا ومنطقيا ، لأنه اكتسب سرعة هذا القطار ٠٠ تماما كما نكتسب سرعة الأرض وهى تنطلق فى فلكها بسرعة منتظمة وانســيابية دون أن نحس بحركتها ولكن الأمور

تختلف بالنسبة لانسان يسجل هذا الحدث وهو واقف على الأرض ٠٠ فهناك قطار يتحرك بالنســبة للأرض أو للواقف على الأرض بسرعة ٥٠ ميلا فى الساعة ، ورصاصته تنطلق فى داخــل العربة وفي عكس اتجــاه سير القطار (أى الى الخلف) بسرعة ٢٠٠ ميل في الساعة ٠٠ عندئذ ستبدو بالنسبة للواقف على الأرض وكأنما فقدت شيئا من سرعتها ، ولو استطاع أن يسجل سرعتها بالنسبة له أو للأرض لوجدها ١٥٠ ميـــلا فى الساعة ، فى حين انه لو انطلقت الرصاصة فى القطار إلى الأمام ، فان الراصـــد الأرضى يسجل لهـــا ٢٥٠ ميلا فى الساعة ٠٠ فكلاهما ـ الرصاصة ـ والقطار يتحركان الى الامام بالنســبة للارض بسرعة مائتى ميل للرصـــاصة وخمسين ميـــلا للقطـار فى الساعة ٠٠ ولا بد أن يضيف الراصد الأرضى هاتين السرعتين ٠

وهنا يفرك الفصيح يديه بسعادة وانتصار ويقول :

غريب أمرك ! ·· ان ما ذكرته أنت عن حالة القطار والرصاصة لا يخرج عما ذكرته أنا عن حالة الصاروخ والضوء الذى يندفع منه ، وعن الراصد الكونى الذى يسجل هذا الحدث فى الفضاء ·· لقد أضفت أنا سرعة الصاروخ الى سرعة الضوء وهما يتحركان فى نفس الاتجاه، كما أضفت أنت سرعة الرصاصة الى سرعة القطار وهما يتحركان بالنسبة لشخص واقف على الأرض فى نفس الاتجاه كذلك ، اذن ·· فلم اللف والدوران والفلسفة التى لا معنى لها ؟

وكل ماذكره الفصيح منطقى وبديهى ولا يخرج عن المألوف ·· وكل استنتاجاته مدروسة ومعروفة ، ونستخدمها باتقان تام في كل حسابات الحركات والسرعات على أرضنا ، حتى ولو كان ذلك فى صاروخ ينطلق الى القمر ·· ومع ذلك فسرعة الضوء دائما ثابتة لكل من يراه فى الكون ·· وعلينا ألا نخضع أمور الكون لحساباتنا الأرضية ، ونجعلها تسير على حسب هوانا ، ولو فعلنا ذلك ، لما استطعنا أن نتوصل الى بعض أسرار هذا الكون المحير حقا .

هل هناك — اذن — تفسير لهذا التناقض الذى وقعنا فيه ؟

الواقع أنه لا يوجد تناقض على الاطلاق ، رغم أن الظواهر تشير الى وجود هذا التناقض ، ولكن بواطن

الامور تشير الى أننا لم نأخذ فى اعتبارنا مسألة «انكماش» الزمن .. فلو سجل الرصد الكونى زمن الصاروخ الذى ينطلق بسرعة كبيرة ، لوجد أن زمن الصـــاروخ بطىء بالنسبة لزمنه ، وهذا أمر من الأمور الأساسية التى قامت عليها نظرية النسبية ، لتشرح لنا سر التنـــاقض الذى وقعنا فيه مع سرعة الضوء دون أن ندرى ، وسنؤجل ذلك الى حينه .

ان ثبات سرعة الضوء لكل من يراه ، أحد فرضين أساسيين قامت على أساسهما نظرية النسبية ، رغـم أن الظن السائد قبل ظهورها ، كان هو نفس ظن الفصيح قبل أن يعرف شيئا عن هذه النظرية .

ان الشىء الغريب الآخـــر الذى نادت به نظـــرية النسبية ، أنه لا يوجد شىء فى الكون كله يستطيع أن يتحرك فى الفضاء بسرعة أكبر من سرعة الضوء ، ولا يمكن لمخلوق أن يسجل حالات خاصة ، ويشـــير فيها الى سرعـــة أكبر من سرعة الضوء .

هنا يتدخل الفصـــيح ويقول : حســـن .. ولكن ما رأيك لو أن العلماء قد قاموا بتصميم سفينة فضائيـــة تنطلق بصـــواريخ ذات مراحل متعددة .. المرحلة الأولى مثلا تدفع ما أمامهـــا من مراحل بسرعة عشرة أميال فى الثانية ، ثم تشتغل المرحلة الثانية لتدفع ما أمامها بسرعة ١٠٠ ميل فى الثانية ، ثم الثالثة لتعطى دفعة أقوى ، ولتكن ١٠٠٠ ميل فى الثانية ، وهكذا تشتغل مرحلة من

وراء مرحلة ، لتعطى ما أمامها دفعة من وراء دفعة ، الى أن نصل فى نهاية الأمر الى سرعة أكبر من سرعة الضوء ٠٠ فهل هناك ما يمنع ذلك ؟

والواقع أن للفصيح وجهة نظر تبدو معقولة نظريا ، ولكن لا يمكن تحقيقها عمليا ، ولا حتى نظريا ، وكأنما قوانين الكون تمنع ذلك منعا باتا ٠٠ ذلك أن الفصيح أو الحجر أو الصاروخ أو حبيبة من رمل أو أى شىء مادى لا يمكن أن يرقى فى سرعته الى سرعة الضوء ، لأن هناك أمورا عجيبة سوف تحدث ، وسنتعرض لها فى حينها ٠

ولكن الفصيح لا يريد أن يتخلى عن فصاحته ، فيضرب لنا مثالا آخر نطبقه جميعا فى حياتنا الأرضية ٠٠ يقول الفصيح : ما رأيك فى هذه المسألة التى أستطيع أن أهدم بها ما تنادون به من أمور غريبة ٠٠ افرض أن زيدا يركب قطارا ينطلق بسرعة ٨٠ ميلا فى الساعة بالنسبة للأرض أو أى انسان واقف على الأرض ٠٠ ومن الاتجاه المضاد يأتى عبيد فى قطار ينطلق بسرعة ١٢٠ ميلا فى الساعة بالنسبة للأرض ٠ والسؤال الآن : ما هى سرعة زيد بالنسبة لعبيد ؟ ٠٠ كلاهما سيسجل للآخر سرعة ٢٠٠ ميل فى الساعة بالنسبة للقطارين المنطلقين فى اتجاهين متضادين ٠٠ فهذا يتجه بالنسبة لذاك بسرعة ٨٠ ميلا و ١٢٠ ميلا فى الساعة ، ولا بد أن نجمع السرعتين ٠٠

أنتم اذن متفقون معنا على ذلك ، فقد درسنا هذا فى المدارس ٠

تمام الاتفاق ٠٠ مع استثناء بسيط

دعنا الآن من الاستثناءات البسيطة ٠٠ علينا أن نطبق حالة القطارين على سفينتين فضائيتين ، أحدهما تنطلق بسرعة ٨٠٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، والثانية تقبل عليها بسرعة ١٢٠٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، عندئذ ستكون سرعة كل سفينة بالنسبة للأخرى ٢٠٠٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، وفى هذه الحالة ستكون السرعة النسبية أكبر من سرعة الضوء بحوالى ١٤٫٠٠٠ ميل ٠٠ اننا ـ لعلمك ـ لم نفعل شيئا غريبا ، فلقد طبقنا ببساطة تلك المسألة الحسابية التى يدرسها تلاميذ المدارس الاعدادية ، ولا نقول طلبة الجامعات ٠٠ فما رأيكم فى ذلك ؟

ورغم تطبيقاتك الصحيحة يا فصيح ، فان سرعة السفينتين الفضائتين بالنسبة لبعضهما لن تكون ٢٠٠ ألف ميل فى الثانية ، كما نظن جميعا ، بل ستكون بالتحديد ١٥٥ ألف ميل فى الثانية ٠٠ وهذه أقل من سرعة الضوء !

عندئذ قد يضرب الفصيح أخماسا فى أسداس ، لأن ذلك أمر غير معقول ولا مقبول ، ويخالف كل خبراتنا الأرضية ، ولكن التناقض الذى وقعنا فيه يرجع الى تباطؤ

الزمن ، ويرجع أيضا الى عدم تطبيقنا لاحدى معـــادلات النسبية التى يجب أن تنسب كل سرعة الى سرعة الضوء وسنذكر هذه المعادلة فى هامش الكتاب * ، حتى يستطيع الفصيح أن يطبقها على أية حالة من الحالات .

لو أنك طبقت معـــادلة السرعات العالية جدا التى ننسـبها الى سرعة الضـــوء ، لوجدت أن سرعة قطار زيد بالنســـبة لسرعة قطار عبيد لن تكون مائتى ميل بالتمام والكمال ، ولكن المعادلة تقول أن هذه السرعة النسبية تقل بمقدار جزء من مليون جزء من البوصة عن المائتى ميل !

والى هنا قد يقهقه الفصيح ضاحكا ويقول : هل هذا كلام عقلاء ؟ .. كيف نستطيع أن نقيس ذلك بمعاييرنا الأرضية مهما بلغت دقتها ؟

ونحن مع الفصيح فى اســـــتنتاجاته ، لأن كل سرعة أرضية ، حتى ولو كانت لصاروخ ينطلق الى الفضـــاء

---

* سرعة قطار زيد بالنسبة لقطار عبيد (والعكس صحيح) = مجموع سرعة القطارين وهما منطلقان فى اتجاهين متضادين .. الا أن السرعات العالية جدا لا تنفع معهـا المعـادلات التى نسـتخدمها على أرضنا ، وعلينا اذن أن نستخدم المعادلة الاتية :

سرعة السفينتين الفضائيتين كل بالنسبة للاخرى وهما منطلقتان فى اتجاهين متضادين فىالثانية =

$$\frac{\text{سرعة السفينة أ} + \text{سرعة السفينة ب}}{1 + \dfrac{\text{سرعة أ} \times \text{سرعة ب}}{\text{مربع سرعة الضوء}}}$$

ويتوجه الى القمر أو المريخ هى بالنسبة لسرعة الضوء سرعة حقيرة جدا ·· فسرعة الصاروخ الذى يفلت من جاذبية الأرض الى الفضاء تقع فى حدود سبعة أميال فى الثانية ، قارن ذلك بسرعة الضوء التى تبلغ ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ·· ولكوننا نستخدم على أرضنا سرعات بطيئـة للغاية ، فاننا لا نلحظ شيئا غير عادى ·· الا أننا سنقع فى أمور متناقضة لو أننا طبقنا ما نستخدمه فى حياتنـا اليومية على السرعات الكونية العالية ، ولقد رأينا كيف وقع الفصيح فى « المطب » ، عندما افترض سرعات عالية جدا للسفن الفضائية ، وعليه أن يطبق المعادلة التى وضعناها فى الهامش أو لو أننا افترضنا أن هناك سفينة فضائية تنطلق بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضـــوء ، وأنها قد أطلقت من مقدمتها صاروخا لينطلق بدوره بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ·· عندئذ قد نقول : أو سرعة الصـــاروخ بالنسبة لراصد فى الفضاء لا بد وأن تكون أكبر من سرعة الضوء ب ١ر٨ مرة ·· وهى حسابات منطقية ومعقولة ·· ولكن العلماء يقولون : ان سرعة هذا الصـــاروخ لن تزيد عن ٩٩٪ من سرعة الضوء وليس ١٨٠٪ من سرعة الضوء كما نظن ، أو كما ظن المتهكم الذى كتب فى ذلك شـــعرا عندما ظهرت نظريته النسبية ، ولم يعجبه مضمونها :

يحكى أن سيدة اسمها نيرة

انطلقت بسرعة أكبر من أشعة ضوئية

ولقـــد خرجت الى الخلاء يومـــا
وانطلقت فيه بطريقة نســبية
ثم عادت فى الليلة الماضية ؟

ومع أن التناقض واضح بين ما نعرفه ، وبين ماتنادى به النسبية ، الا أننا سنتعرض فيما بعد لتوضيح سر ذلك التناقض •• وعلينا الآن أن نقدم الافتراض الثانى الذى بنى عليه أينشتاين نظريته النسبية الخاصة •

***

لقد انتهينا من الافتراض الأول الذى التقطه أينشتاين نتيجة لتجربة ميكلسون ومورلى ، واعتبر **ان سرعة الضوء دائما ثابتة** •

أما الافتراض الثانى الذى وضعه اينشتاين نصــب عينيه فمؤداه : **أن كل حــركة فى الكون نسبية** •• ومعنى هذا أنه لا يمكن لأى مخلوق فى الكون أن يتوصل الى قيــاس حركة مطلقة أو سرعة مطلقة •• ونعنى بذلك أن تكون هذه السرعة ثابتة بالنسبة لكل من فى الكون •• ولاثبات فيه الا لسرعة الضوء •• فقد قدمنا أن كل ما فى الـكون يتحرك بالنسبة لغيره فى الزمان والمكان •

والواقع أن « رائحة » النسبية كانت تفوح بين العلماء قبل أن يظهر أينشتاين ، فمنذ عهد طويل تعرض نيوتن وجاليليو لموضــوع الحركة ، وظهرت على هيئـة معــادلات رياضـــية وقوانين لتربط ميكانيـكا الأجرام

السماوية وحركتها بالنسبة لبعضها ، كما أنها لا تزال صالحة لاستخدامها على أرضنا في حساب حركة الصواريخ بالنسبة للأرض أو الشمس أو الكواكب الأخرى.. وعندما يتوصل الانسان الى بناء صواريخ تسير بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، فلا بد أن يلجأ الى معادلات نظرية النسبية، لأن المعادلات الأخرى لا تنفع فى هذا المجال .

والواقع أن نسبية الزمان والمكان على أرضنا لا تسبب لنا مشكلة على الاطلاق .. وكذلك الحركة ، فعندما نقول ان السيارة تنطلق بسرعة ٥٠ ميلا فى الساعة ، الطائرة بسرعة ألف ميل ، والصاروخ بسرعة ١٧ ألف ميل فى الساعة فاننا نعنى أن كل هذه السرعات منسوبة الى هذه الأرض .. ولا شيء غيرها .

أنت تستطيع أن تعرف سرعة القطار أو السيارة من خلال الأشياء الثابتة التى تمر بها ، أو تمر بك ، كأعمدة التليفونات والأشجار والمحطات وسطح الأرض ذاتها .. ان مرورك بها هو الذى يعطيك احساسا بالحركة ، ولكن مع الطائرة فالأمر مختلف .. فعندما ترتفع الطائرة الى أعلى جدا ، تبدو لركابها وكأنما هى لا تتحرك .. وأن الأرض هى التى تتحرك ببطء شديد .

اذن .. فالاحساس بالحركة وأنت على ارتفاع كبير فى الجو ، غيره وأنت تنطلق على الأرض ، فليس فى الجو

أعمدة ولا أشجار ولا أشياء ثابتة لتمر بجوارك وتعطيك احساسا بسرعة الطائرة ·· كل ما هنالك أن السحاب والأرض يبدوان وهما يتحركان ببطء شديد ·· فالأرض هي الشيء الوحيد الثابت الذى تستطيع أن تنسب اليه سرعتك باحساس قد يخدعك أحيانا كثيرة عندما تبتعد عن أرضك ·

أن النسبية التى نتحدث عنها لا تتناول الأمور التى نعرفها على أرضنا ، ولكن أينشتاين يتعمق من خلال معادلاته بنظرة ثاقبة الى حركة الكون ككل ·· انه يريد أن يسبر أغواره ·· أن يتوصل الى بعض أسراره ·· أن يربط ظواهره المتباينة من حركة وزمان ومكان ومادة وطاقة وجاذبية ومغناطيسية ·· الخ ، فى نسيج رياضى عله يخرج من ذلك بشيء جديد يرشدنا الى أصالة القوانين الكونية التى تشير الينا من طرف خفى أن الكون وحدة واحدة ·· وأن اختلفت مظاهره ·

أنت على الأرض تعيش باحساس ، وفى الفضاء الواسع يختفى الاحساس بالزمان والحركة والمكان ·· الخ ·

دعنا نوضح ذلك فنقول : لو أن « فهلاو » قد استقل سفينة فضائية لتحمله بعيدا عن أرضه بسرعة ٥٠ ألف ميل فى الساعة بالنسبة للأرض ·· عندئذ سيجد نفسه بعد أيام فى فضاء واسع رهيب ·· بينه وبين الأرض

ملايين الأميال ٠٠ لا شيء حوله يعطيه احساسا بالحركة ، ولهذا يبدو له أنه لا يتحرك على الاطلاق ٠٠ ومهما بلغت « فهلوته » ، فانه لا يحس بمعنى فوق أو تحت » بالنسبة لماذا ؟) ٠٠ ولا يعرف يمينا ولا يسارا ، ولا زمانا ولا مكانا ٠٠ فليس للفضاء حدود ولا اتجاهات ولا زمان كما نعرف ذلك على أرضنا ٠٠ فالذى يعطينا احساسنا بالزمن مثلا هو دوران الأرض على محورها ، ليتعاقب الليل والنهار ، وتكون الأيام والساعات والشهور ٠٠ الخ ، ولولا هـذه الحركة ، لما كان للزمن فى حياتنا معنى ٠

ويدعو فهلاو ربه أن يهيىء له من أمره رشدا،ويرقب الفضاء الواسع من حوله ، فيرى بقعا ضوئية (النجوم) تنتشر فيه الى مالا نهاية ٠٠ واذا بسفينة فضائية أخرى تستقلها بهانة . . انها تقترب منه شيئا فشيئا ، ويضرب فهلاو أخماسا فى أسداس ويتساءل : هل أنا الواقف وهى تجرى ؟ ٠٠ ربما ، أوهل هى بسرعة أكبر منى تجرى ؟ ٠٠ يجـوز ، أو هل هى واقفة ، ولكننى أنا الذى أعـود الى الخلف لتجذبنى أرضى ٠٠ من يدرى ؟ ٠٠ وعندئذ يتذكر فهلاو شعر ايليا أبو ماضى فينشد :

وطريقى ما طريقى ؟ أطويل أم قصير ؟

هل أنا أصعد أم أهبط فيه وأغور

أأنا السائر فى الدرب أم الدرب يسير

أم كلانا واقف والدهر يجرى ؟ ٠٠ لست أدرى

الواقع أن كل شيء في الفضاء جائز ، ما دام لا يوجد شيء « ثابت » قريب منهما ليحدد سرعتهما واتجاههما فى الفضاء ٠٠ كل ما يستطيعان معرفته أن أحدهما يتحرك بالنسبة للآخر ٠٠ ولكن ، من منهما « الواقف » ومن المتحرك ، ٠٠ فانهما لا يستطيعان معرفة ذلك ، رغم أن كلا منهما يتحرك ٠٠ فالحركة فى الفضاء الكونى ليس لها معنى كما هو الحال على أرضنا ، اللهم الا اذا نسبتها الى شيء آخر ٠

ولم نذهب بعيدا ، ونحن نمر بهذه التجربة على أرضنا ؟

لو أنك وقفت على كوبرى ، ونظرت الى الماء وهو ينساب بسرعة معينة ، ثم أطلت التأمل ، وركزت عليه البصر ، لهيىء اليك أن الماء قد سكن ، وأن الكوبرى هو الذى يتحرك ٠٠ ولكنك ستطرد هذه الفكرة من عقلك ، فلا شك أنك تعرف مقدما أن الكوبرى لا يمكن أن يتحرك، وأن تيار الماء لن يتوقف ٠

أو ربما تكون فى قطار واقف بالمحطة ، وبجوارك على نفس الرصيف قطار آخر واقف ٠٠ فاذا تحرك القطار المجاور ببطء تاركا المحطة ، ورنوت بعينيك الى عرباته ، هيىء اليك أن قطارك هو الذى يتحرك ، وأن الآخر واقف ، وقد لا تعرف ذلك ، الا اذا نظرت الى شيء ثابت (كالرصيف أو المبانى) ، لتحدد أى القطارين يتحرك ٠

وكذلك الحال مع فهلاو وبهانة فى الفضاء ٠٠ فليس هناك شىء قريب ثابت (كما فى المحطة مثلا) ليرشدهما من « الواقف » منهما ومن المتحرك ٠٠ وعندما نقول من الواقف فان ذلك لا يعنى أن أحدهما متوقف عن الحركة بالفعل ، فلا يوجد شىء بدون حركة ، حتى لو بدا لأحاسيسنا أنه واقف لا يتحرك ، وعليه ، فلا يجب أن نحكم على الأمور بظواهرها ٠

أضف الى ذلك أن الحركة فى الفضاء لا تظهر الا اذا اختلفت سرعة بهانة عن سرعة فهلاو ، اذ لو تساوت سرعتاهما ، لبدا لكل منهما أن الآخر لا يتحرك على الاطلاق ٠٠ حتى اذا ما ظهر لهما كوكب بعيد ، وأخذا يقتربان منه رويدا رويدا ، فانهما لا يعرفان ان كان الكوكب هو الذى يندفع نحوهما ، أو أنهما يندفعان نحوه ٠٠ فكل شىء جائز ٠

أنت مثلا ترى النجوم وكأنما هى ثابتة فى مواقعها فى الفضاء ، وأنها تظهر فى كل ليلة فى نفس المكان ٠٠ ولكن ليس معنى ذلك أن النجوم ثابتة لا تتحرك ٠٠ بل هى ونحن نتحرك بالنسبة لبعضنا بسرعة منتظمة ، فيبدو لنا أن كل شىء ثابت فى مكانه ٠

يعنى هذا أيضا أننا لا نستطيع أن نتوصل بوسيلة من الوسائل الى قياس الحركة المطلقة ، ولا كذلك اثباتها ، الا اذا نسبتها الى شىء ساكن لا يتحرك على الاطلاق ٠٠ وما دام لا يوجد فى الكون شىء بدون حركة ٠٠ وأن الكل

يتحرك بالنسبة لبعض ·· اذن فلا مناص من القول بأن كل حركة نسبية ·

أظنك الآن قد استوعبت معنى ما تعرضنا له من قبل عن فكرة الأثير ، ومحاولات العلماء للكشف عن امكان الاستدلال عليه دون طائل ، فربما كان هو الشيء الوحيد الساكن في الكون الذي نستطيع أن نتخذه كاطار ثابت لنقيس سرعة الأرض المطلقة بالنسبة لسكونه ، وذهبت كل محاولاتهم سدى ·· لأنه ربما يكون غير موجود

لقد خيمت على عقول بعض علماء القرن التاسع عشر فكرة غريبة ·· وظهرت بينهم فكرة « تآمر » الطبيعة ضدهم ، لتمنعهم من الوصول الى الحركة المطلقة ، أو المعرفة المطلقة ؟ أو الحقيقة المطلقة ، أو أى شيء مطلق !

والواقع أن ما ظنه العلماء تآمرا من جانب الطبيعة ضدهم ، قد لا يخرج عن مضمون يحتاج الى عقلية جديدة تستطيع أن تفسر لهم سر هذا التآمر ·· مثلهم فى ذلك كمثل انسان يريد أن يخترع آلة تتحرك حركة أبدية بنفس الطاقة المتولدة عن حركتها مثلا ، وعندما يفشل فى ذلك ، يرجعه الى أن الطبيعة تتآمر ضده وتمنعه من الوصول الى اختراع مثل هذه الآلة ، ولكنه لا يعرف أن هناك قانونا من قوانين الطبيعة لابد أن يسرى ، ذلك هو قانون الطاقة ·· فلا حركة بدون مدد من الطاقة ، وليس للتآمر معنى ولا وجود ·

وعندما يجيء أينشتاين ، يوضح الصورة المهزوزة التي سيطرت على العقول ، ليبين أن ما ظنوه تآمرا من جهة الطبيعة ، قد يكون قانونا من قوانينها مؤداه « أننا لا نستطيع أن نتوصل الى اثبات حركة مطلقة أو سكون مطلق بأى تجربة من التجارب » ·· وبناء عليه فلا يمكن أن نكتشف الأثير ، ولا نحتاج الى وجوده ·

لقد بنى أينشتاين معادلات نظرية النسبية على افتراضين أساسيين ، هما نسبية الحركة وسرعة الضوء التي لا تتغير ، ولهذا كانت هذه السرعة هي الأساس فى بنائه الرياضى ، لأنها الشيء الوحيد المطلق الثابت ·· وكأنما الضوء قد أصبح بمثابة « رسول » الكون الذى ينتشر فيه ، ليرينا بعض ما فيه ، فبدون ضوء ، فاننا لا نستطيع أن نرى شيئا ، وبدون عيون مبصرة ، فلن يكون للضوء معنى ·· ولكن الضوء وحده لا يكفى ، ولا كذلك العيون المبصرة ، بل لابد من وجود عقول خلاقة تفترض وتناقش وتدرس وتفكر ، وتمحص وتستنتج ، وتخترع أجهزة ، وتستنبط وسائل لتعينها على تحديد طبائع الأشياء ، ثم عليها أن تحلل ظواهر الطبيعة المختلفة، وتضع لها وحدات خاصة لتعينها على التحديد والقياس ، مثل وحدات السرعة أو المسافات والأوزان والزمن والكهربية والمغناطيسية والجاذبية والمادة والطاقة ·· الخ ·· ثم لابد أن تضع كل هذا فى بناء رياضى ليظهر أمامنا على هيئة

معادلات ، ثم علينا أن نضع هذه المعادلات تحت التمحيص والاختبار والتجربة العلمية ، فاذا كانت افتراضاتنا صحيحة ، وبناؤنا الرياضى قد أدى الى أمور تثبت الأيام صحتها أو صلاحيتها للتطبيق فى كل المجالات ٠٠ من أول الجسيم الى الذرة الى المادة وكل ما فى السماوات ، فلا شك أنها معادلات أصيلة ، تبدو أمام أربابها وكأنما هى بمثابة « حجر رشيد » الكون الذى يرشدنا الى لغته السرية ، وقوانينه المطوية ٠

لهذا عندما نقول ان الحركة نسبية ، أو أن « ظواهر الطبيعة تبدو واحدة لاثنين يتحركان بالنسبة لبعضهما فى اطارين بسرعة منتظمة » ٠٠ فان من وراء ذلك مضمونا رياضيا عميقا يوضح أمورا قد لا تخطر لنا على بال ٠٠ منها مثلا أن فهلاو لو تحرك فى اطاره (أو سفينته) بالنسبة لبهانة فى اطارها بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، فان الفصيح يرى فى اطار بهانة أشياء غريبة ، لو حدثها عنها لا تهمته بالخبل والجنون ، وكذلك ترى بهانة أمورا مثيرة فى أطار فهلاو ٠٠ كل على حسب حركته بالنسبة للآخر ٠

دعنا نوضح معنى ذلك فى باب آت مستقل ٠

تحرك أسرع .. تنكمش أكثر !

لكى نستوعب أول ظاهرة من الظواهر الغريبة التى نادت بها احدى معادلات النسبية ، كان لزاما علينا أن نقدم رحلة خيالية ، فهى الوسيلة الوحيدة التى قد تغنينا عن تعقيد المعادلات الرياضية ، وتوضح لنا السر الكامن فى هذه اللغة الغريبة .

لنفترض أن الفصيح وفهلاو قد انطلقا فى سفينة فضائية طولها عشرون مترا ، ومزودة ببعض الأجهزة البسيطة اللازمة لقياس الأطوال والزمن والكتلة .. الخ ، (مساطر وساعات وموازين حساسة) .. وأن بهانة ومسعدة قد انطلقتا فى سفينة أخرى تشبه تماما سفينة الفصيح ، ومزودة بنفس الأجهزة المضبوطة تماما بمعاييرنا الأرضية .

وتنطلق سفينة الفصيح وفهلاو أولا ،ولابد أن تسير فى خط مستقيم وبسرعة منتظمة ، أى بدون لف أو دوران أو ابطاء أو اسراع ·· فهذه هى الشروط التى تتطلبها نظرية النسبية الخاصة ·· وكذلك الحال مع سفينة بهانة ومسعدة ·

وفى الفضاء الكونى تلحق سفينة السيدتين بسفينة الرجلين بسرعة ١٦٣ ألف ميل فى الثانية ، أى بسرعة تساوى تقريبا ٩٠٪ من سرعة الضوء ·· وعندما يلقى الفصيح نظرة خاطفة على سفينة بهانة ، يرى السيدة وهى واقفة أمام مرآة مثبتة فى مقدمة السفينة وهى تتطلع الى زينتها ، ثم يرى مسعدة وهى ممدة على سرير ورأسها متجه الى مقدمة السفينة ، ويفرك الفصيح عينيه وهو لا يكاد يصدق ما يراه (ولنفترض هنا أن بهؤلاء الرواد « عيونا كونية » تستطيع أن ترى على أبعاد شاسعة نفس ما تراه عن قرب) ·· لقد كانت سفينة السيدتين طويلة ·· طولها عشرون مترا بالتمام والكمال ، ولكنها قد انكمشت وهى تمرق بجواره بهذه السرعة الرهيبة الى النصف ، فأصبح طولها عشرة أمتار لاغير ، ولكونه لا يعرف شيئا عن النسبية ، فان فصاحته لن تنفعه فى تعليل ما يرى ·· خصوصا تلك الحالات التى طرأت على بهانة ومسعدة ، فيلجأ الى فهلاو لينظر عله يرى غير ما يرى ، ولكن فهلاو يصيح بدهشة : يا الهى ·· ماذا أرى ؟

ويشير على الفصيح أن يجرى اتصالا موجيا ببهانة ليسألها عما حدث لها ولمسعدة ، ولنتصور أن مناقشة بينهما قد دارت هكذا :

الفصيح : هالو بهانة ٠٠ ماذا جرى ؟ ٠٠ اننى أراك فى حالة يرثى لها ؟

بهانة (بدهشة) : ماذا تقول ؟ ٠٠ اننى أنا أنا !

الفصيح (ضاحكا) : ولكننى أراك بأنف أفطس ، ووجه مبطط ، وقوام يدعو الى الضحك أو الرثاء ، لست أدرى ٠٠ انك تظهرين كمسخة بشرية ، أو كأنما قد ٠٠

بهانة (مقاطعة وهى تنظر فى المرآة لتتأكد من نفسها ، وعندما لا تجد شيئا غير عادى تثور لكرامتها وتقول) : انك رجل وغد وليس لديك نظر ٠٠ انكم لن تتخلوا عن طبيعتكم أبدا ، حتى ولو جئتم الى الفضاء !

فهلاو : لقد تجنيت على الفصيح يا بهانة ٠٠ اننى أيضا أراك كما يراك هو ٠

بهانة (بعصبية) : كلكم أوغاد ٠٠ والا فبالله خبرانى : كيف تريان مسعدة ؟

الفصيح : انها قزمة .. لقد فقدت قوامها المشوق، وانكمش طولها الى النصف حتى ليهيأ الينا أننا لا نستطيع أن نميز طولها من عرضها ٠٠ انها أشبه بدمية بشرية

ممددة على السرير ، ولعلمك أيضا فاننا نرى سريرها وقد أصبح طوله مترا ، علما بأن طوله على الأرض كان مترين ٠

وتسرع بهانة لتقيس طول السرير ، فتجده مترين ٠٠ وتقيس مسعدة ، فلا تلحظ أى ضمور فى قوامها ٠٠ كل شيء حولها عادى ، وعندئذ تخاطب الرجلين قائلة : لا شك أنكما مجنونان !

فهلاو : ولكننا نؤكد لك أن المسطرة التى قست بها قوام مسعدة ، وسرير مسعدة نراها وكأنما قد انكمشت الى النصف ٠٠ ان كل شيء عندك قد تضاءل طوله الى النصف ٠٠ أنت تبدين أمامنا وكأنك « مسلوعة » .. نحيفة ، حتى بروز صدرك الناهد قد فقد رونقه وبهاءه ٠٠ لقد انكمش أيضا الى النصف ، وحتى ٠٠٠

بهانة (مقاطعة) : حتى أنت يا فهلاو ؟ ٠٠ عليكما اللعنة فى الأرض وفى الفضاء ٠

ان بهانة لن تصدق بحال من الأحوال كلام الرجلين، وربما نحن كذلك ٠٠ والسؤال الآن : هل انكمش كل شيء فى سفينة بهانة حقا ؟ ٠٠ وليس لهذا السؤال – فى الواقع – معنى ، الا اذا كنت أكثر تحديدا فى السؤال ٠٠ انكمشت بالنسبة لمن ؟

بالنسبة لنفسها أو مسعدة أو أى شيء حولها ، فانها

لن ترى شيئا غير عادى ، لأن كل ما حولها ـ فى سفينتها ـ لا يتحرك بالنسبة لنفسه ، ولهذا يبدو كل شىء فيها عاديا ومنطقيا ، تماما كما لو كانت على الأرض ، ثم انها ـ وهى تتحرك بهـذه السرعة الرهيبة ـ لا تحس أنهـا تتحرك ، فليس حولها شىء قريب ثابت فى الفضاء الواسع ليعطيها احساسا بالحركة ، وحتى لو نظرت الى سفينة الرجلين ، لوجدت أنهما يتحركان بالنسبة لها بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ، وعندئذ سترى أن كل شىء فى سفينة الرجلين قد انكمش الى النصف ، رغم أن الرجلين لا يلحظان أى شىء غير عادى فى الاطار الذى يعيشـان فيه .. ان الصـورة تختلف فقط اذا نظرت الى الأشياء الأخرى فى اطار وهو يتحرك بسرعة كبيرة بالنسـبة لاطارك (الذى يبدو لك ساكنا غير متحرك) .

لو أن سفينة الفصيح قد انطلقت بنفس السرعة التى تنطلق بها سـفينة بهانة ، أى بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ، فان أحدهما لن يرى شيئا غير عادى فى سفينة الآخر ، فسرعتهما النسبية ـ فى هذه الحالة ـ تساوى صفرا ، ولهذا يبـدو لهمـا أن أحدهمـا واقف لا يتحرك بالنسـبة للآخر .. ولكن ، لو كنت أنت « واقفـا » فى الفضاء لترقب هذا الحدث ، لوجدت أن كل شىء قد انكمش الى النصف فى السفينتين وهما تمران أمامك بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء .

والواقع أن كل هذا وغيره تحكمه معادلة رياضية * قدمها لنا فيتزجيرالد ولورنتز ـ كل على حدة ـ لمعالجة بعض المسائل العلمية ، ولازلنا ـ حتى يومنا هذا ـ نطلق على هذه الظاهرة « انكماش فيتزجيرالد ـ لورنتز » . ومؤداها أن الشيء كلما تحرك أسرع ، انكمش أكثر (بالنسبة لراصد يرقب ما يحدث في الشيء المتحرك) .. وهذه في الواقع نتيجة لا تستطيع عقولنا أن تستوعبها بسهولة ، ولم تعجب بعض المنهكمين ، فكتب أحدهم في ذلك شعرا يسخر فيه من فيتزجيرالد ومعادلاته :

يحكى أن شابا قويا يدعى فيسك
يمسك بسيف طويل حاد النصل
وحين يلوح به في الهواء بأقصى سرعة

---

* معادلة هي : $ط = ط_- \sqrt{1 - \frac{س^2}{ص^2}}$ .. حيث ط هو الطول الذي يمكن أن تحصل عليه لاى شيء متحرك بالنسبة لك ، ط = طول الشيء الاصلى وهو في حالة سكون بالنسبة لك ، س = سرعة هذا الشيء بالنسبة لك (أو السرعة النسبية لاى شيئين يتحركان بالنسبة لبعضهما) ، ص = سرعة الضوء .. وبالتعويض بقيم معروفة مقدما تستطيع أن تحصل على طول الشيء (ط) وهو يتحرك بالنسبة لك .. فسرعة الضوء معروفة ، وطول الشيء الاصلى معروف (طول سفينة بهائة مثلا) ، والسرعة النسبية معروفة .. عندئذ تستطيع أن تحصل على ط ـ .

يتدخل انكماش فيتزجيرالد فى الحركة
فينكمش سيف الشاب الى قرص !

ولقد استخدم فيتزجيرالد هذه المعادلة ، ولوح بها فى وجه ميكلسون ومورلى ، وأرجع فشلهما الى عدم التوصل الى وجود اختلاف فى سرعة الضوء بسبب انكماش أطوال الجهاز وهـو ينطلق مع الأرض بسرعتهـا فى « الأثير» (حوالى ١٨٫٥ ميل فى الثانية) ‥ كما أن هذه السرعة كفيلة باحداث انكماش فى كل شىء على الأرض ‥ ولكن لماذا لا نلحظ ذلك على أرضنا ؟

ان الأرض تتحرك ، ونحن نتحرك معها ، ونكتسب نفس سرعتها ، ولهذا فأن سرعتنا بالنسبة لها تساوى صفرا ‥ وعندئذ لا نستطيع أن نلحظ مثل هذا الانكماش، لأنه ضئيل غاية الضآلة ‥ ثم لأن كل شىء ينكمش حتى الآلات التى تقيس بها الأطوال ‥ تماما كما لا تستطيع بهانة مثلا أن تلحظ أى انكماش فى اطارها وهو يتحرك بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء (بالنسبة لنا أو لأرضنا)

دعنا نتعرض مثلا لطائرة نفاثة وهى تطير بسرعة ٧٥٠ ميلا فى الساعة بالنسبة للأرض ، ونتساءل : ما مقدار الانكماش الحادث فى الطائرة بالنسـبة لك وأنت ترصدها من الأرض ؟

لو أنك طبقت أصول المعادلة ، لوجدت أن انكماش

الطائرة (وكل من فيها) لا يزيد عن جزء من مليون مليون جزء من البوصة ٠٠ أو لو أنك « وقفت » فى الفضاء ، ورصدت سرعة الأرض وهى تنطلق فى مدارها بمقدار ١٨ر٥ من الميل فى الثانية ، لوجدت أن قطرها قد انكمش بمقدار ١٢ سنتيمترا لا غير (هذا وقطر الأرض يساوى ١٢ر٧٦٠ كليو مترا أو ٠٠٠ر٠٠٠ر٢٧٦ر١ سنتيمتر ٠٠ أى بنسبة جزء الى مائة مليون جزء) ٠

ان الانكماش الحادث بالنسبة للسرعات التى نعرفها على أرضنا لا يمكن قياسه بأدق الأجهزة العلمية ، ودعك من عيوننا القاصرة ٠٠ لأنك لو نسبت هذه السرعات الى سرعة الضوء ، لوجدت أنها سرعات جد ضئيلة ، ويتبع ذلك انكماش جد ضئيل ٠

ان الانكماش يظهر فقط عندما نقترب من سرعة الضوء ، فاذا انطلق الشيء بنصف سرعة الضوء ، ينكمش طوله فى اتجاه الحركة بنسبة ١٥٪ من طوله وهو ساكن ، ولو وصل الى ٩٠٪ من سرعة الضوء لتضاءل طوله الى النصف ، حتى اذا أوصلناه الى سرعة الضوء ، فانه ينكمش بنسبة ١٠٠٪ ، أى أنه يختفى تماما بالنسبة لكل من يراه (طبق أصول المعادلة التى أوردناها تجد نتيجتها صفرا)

وهنا قد يقفز فصيح آخر ويقول : هذا هراء ٠٠ اذ كيف يحدث ذلك ونحن نعلم من القوانين العلمية أن لا شيء الى اختفاء أو فناء ؟ ٠٠ هل يريد أصحاب هذه النظريات

ان يعيدوا الى اذهاننا أسطورة طاقية الاخفاء ؟ .. أهذا كلام عقلاء ؟

وعلى الفصيح أن يثبت لنا عكس هذا ان استطاع الى ذلك سبيلا ، كما أننا لا نستطيع أيضا أن نثبت الانكماش الحادث ، لأننا لم نمر بمثل هذه التجارب على أرضنا ، ولم نتوصل الى انتاج صواريخ تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، وعلينا أن نترك ذلك لأجيال المستقبل ، فقد يتوصلون الى انتاج مثل هذه الصواريخ ، وعندئذ سيعلمون ان كانت معادلات أجيالنا على خطأ ، أو أننا على صواب ٠

ومع ذلك نعود لنقول للفصيح : أنه لا يمكن لشيء مادى ، حتى ولو كان جسيما ذريا غاية فى الضآلة أن ينطلق بسرعة الضوء ، فهناك أمور جوهرية تمنع ذلك ، وسنتعرض لها فيما بعد ، وعليه فلن يختفى الشيء اختفاء تاما .. أنه ينكمش فقط الى أبعد حدود التصور ، كلما اقترب من سرعة الضوء !

ولكى نتصور معنى هذا الانكماش جيدا ، فعلينا أن نتصور قطارا طوله مائة متر يقف بجوار رصيف طوله مائة متر كذلك ، وبحيث تكون مقدمته عند بداية الرصيف ، ومؤخرته عند نهاية نفس الرصيف ٠

عندئذ لو تصورنا أن نفس هذا القطار قد مر بسرعة ١٤٠ ألف ميل فى الثانية ، واستطعنا أن نلتقط صورة شاملة للرصيف والمحطة والقطار وهو يمر فى نفس

اللحظة بجوار الرصيف ، لوجدنا أن طول القطار يحتل فقط ٦٠ مترا من طول الرصيف ٠٠ ويعنى هذا أن قطارنا العجيب قد انكمش بنسبة ٤٠٪ من طوله الأصلى ٠٠ كذلك لن نرى عجلانه مستديرة ، بل تبدو لنا بيضاوية نتيجة لانكماشها أيضا فى نفس اتجاه حركة القطار ٠٠ وعند ما نرى الناس فى داخله ، فانهم يبدون لنا كما بدت بهانة ومسعدة للفصيح وفهلاو ٠

ولكن ٠٠ كيف يرى الركاب الرصيف ، وكل من على الرصيف ٠

سيبدو لهم أن الرصيف هو الذى يمر بهم وكذلك مبانى المحطة والناس الواقفين على الرصيف ٠٠ تماما كما تمر بنا أعمدة التليفونات ونحن نركب أحد القطارات ، وسيظهر لهم أن رصيفنا قد انكمش بنسبة ٤٠٪ من طوله الأصلى ، وكذلك ينكمش ـ بنفس النسبة ـ الناس والمبانى ٠٠ الخ ٠

ان الناس الواقفين على الرصيف لن يلحظوا حولهم أمورا غير عادية ، ولا الراكبون فى القطار العجيب يلحظون انكماش قطارهم ، أو أى شىء فى اطارهم ٠٠ انما يبدو لنا الانكماش اذا مر الشيء بسرعة رهيبة (بالنسبة لنا نحن الواقفين) ، وكذلك يبدو لراكبى هذا القطار العجيب أنهم لا يتحركون ، وأن الأشياء حولهم هى التى تتحرك وتمر بهم بمثل هذه السرعة العظيمة ، وتظهر لهم في حالة انكماش !

تحرك أسرع .. تنقل أكثر !

ربما يغتاظ س٠ص٠ فهلاو عندما تقع عيناه على هذا العنوان ، لأنه يعلم أن الحركة والجرى والمجهودات العنيفة تؤدى الى نقص الوزن ، ولـــكنها لا تزيده .. فكيف اذن نتعرض لمسألة بديهية مثل هذه لا يقرها العرف ولا المنطق ولا العلم ؟

صحيح أن الحركة فى المخلوقات الحية تحتــاج الى طاقة ، والطاقة تحتاج الى وقود ، ووقودنا يتركز فى السكر والدهون ، وهذه بدورها تحترق وتســـتهلك فى الجهــد المطلوب ، ولهذا ينقص وزن الجسم ، ما لم يعوضه صاحبه بتموين جديد ٠

ولكن معــادلة النسبية التى تنــادى بهذا العنوان الغريب ، لا دخل لهــا فى الرياضة البــدنية ، أو حركة

المخلوقات على أرضها ، لأن كل حركة حيوية انما هي ناتجة من تفاعل كيميائى يجرى فى أجسامها .. ولا دخل لنا بكل ذلك ، فموضوعنا يتناول أمورا أعمق من هذه بكثير..
فكلما تحرك الشيء أسرع ، زادت كتلته أكثر .

والى هنا قد يعترض فهلاو ، وقد يعترض غيره ، فيتساءل بدهشة : أو ليس في ذلك تناقض واضح بين مبدأين ؟ .. لقد ذكرتم من قبل أن الشيء اذا تحرك بسرعة أكبر ، انكمش أكثر ، حتى اذا وصلت سرعته الى سرعة الضوء فانه يختفى .. ثم تأتى معادلة أخرى لتقول : ان الشيء كلما تحرك بسرعة أكبر ، زادت كتلته أكثر .. وربما تتنبأ تلك المعادلة أيضا بأن كتلة الشيء تزداد زيادة هائلة اذا اقتربت من سرعة الضوء ، وربما تصبح كتلتها لا نهائية اذا وصلت فى سرعتها الى سرعة الضوء .

تماما يا فهلاو .. فالمعادلة تتنبأ فعلا بذلك ، رغم أنك لا تستطيع أن تستوعب مثل ذلك .. فهل يعقل أن الشيء كلما اقترب من سرعة الضوء يتضاءل ويتضاءل حتى يكاد يختفي ، ثم فى نفس الوقت تزداد كتلته وتزداد حتى تصبح كتلة لا نهائية .. أى أكبر من كتلة المادة الموجودة في كل الأكوان بأضعاف مضاعفة ؟

صحيح أن هذا أمر فى ظاهره عدم التعقل ، ولكن فى جوهره سر من أسرار الكون عظيم .. ولكن صبرا ، فلكل شيء أوان !

لقد كان الظن السائد منذ أيام نيوتن حتى نهـــاية القرن التاسع عشر ، أن كتلة الشيء لا تتغير ، سواء أكانت في حالة حركة أو سكون .. فلو أن كرة من الصلب قـد انطلقت في الفضاء بسرعة ألف ميل في الساعة ، أو ستين ألف ميل في الثانية ، فان كتلتها لن تتغير بالنسبة لكتلتها الساكنة على الأرض .. ولكن نظرية النسبية جاءت لتقول غير ذلك ، فزعزعت ثقة العلماء فيما كانوا فيه يعتقدون.

وقبل أن نتعرض لهـــذا الموضوع ، نود أن نوضـح شيئا هاما .. فمعظمنا يعتقد أن كتلة الشيء هي وزنه ، أو أن وزنه تساوي كتلته .. وهـذا اعتقاد خاطيء ، لأن العلماء لا يحددون الكتلة بوزنها على ميزان كما نفعل ذلك في حيـاتنا اليـــومية ، ولكنهم يعتبرون كتلة الشيء هي مقاومته للحركة .. كلما كانت كتلة الشيء أكبر ، كانت مقاومتها للحركة أعظم ، وتحتـــاج في تحريكها ودفعها الى مجهود أضخم ، أو طاقة أكبر .. فالطاقة المبذولة لتحريك كرة من حديد في حجم كرة القدم أكبر من تلك التي نبذلها في تحريك كرة من نفس المعـدن وفي حجم كرة التنس ، وهذه أكبر بالنسبة لبلية .. الخ

وقد يأتي من يقول : ولكن الكرة الكبيرة أثقل وزنا من الصغيرة .. أي أنها أكبر كتلة .. فما الفرق اذن ؟

ان الوزن مثلا يختلف باختلاف الجاذبية ، ولكن كتلة الشيء تبقى دائما ثابتة ، لأنها تتكون من عدد محـدد من

الذرات لا يجب أن تنقص أو تزيد ٠٠ فى حين أن الوزن قد يختلف فى الكون من مكان الى مكان ، ولكن لا بد أن تبقى المادة التى تكون هذه الكتلة ثابتة تحت كل الظروف، فاذا زادت الكتلة ، فهذا يعنى أن كتلة أخرى قد أضيفت الى كتلتها ، وأن عدد الجسيمات الذرية قد زادت فى هذه الكتلة ، ولــكن لا عليك من كل ذلك ، لأننا لا نريد أن ندخل فى كثير من التفاصيل ، ولنعتبر تجاوزا أن الوزن يعادل الكتلة :

عندما جاء أينشتاين وجد أن الظن السائد بين جمهرة العلماء منذ عهد نيوتن حتى عصره ، أننا كلما سلطنا على الشيء قوة دافعة أكبر وأكبر ، فانه يتحرك أسرع وأسرع، الى أن يأتى الوقت الذى يتحرك فيه بسرعة الضوء ، ودون أن تتغير كتلته ٠

ويقول أينشتاين من خلال معادلته : لا ٠٠ كلا الرأيين خاطيء ، فلا الكتلة تبقى على حالها ، ولا يمكن أن تنطلق بسرعة الضوء ٠٠ كيف ذلك يكون ؟

ان احدى معادلات النسبية قد تعرضت للعــلاقة بين الكتلة والحركة* ولكى نستوعب ما جاءت به هذه المعادلة، دعنا نضرب الامثال لنوضح مضمونها ٠

---

* والمعادلة تقول : $ك' = \frac{ك_{أ}}{\sqrt{1 - \frac{س^{2}}{ص^{2}}}}$ .. حيث كَ تساوى

لو أننا أطلقنا الى الفضاء كتلة من المادة تعادل مائة كيلوجرام بسرعة سبعة أميال فى الثـانية (وهى السرعة اللازمة للهروب من جاذبية الارض والتى يستخدمها العلماء لاطلاق الصواريخ الى الفضاء) ، فان معادلة النسبية توضح ان هذه الكتلة قد زادت بمقدار ثلاثة أجزاء من عشرة آلاف جزء من الجرام ٠٠ أو أن كتلة الطائرة النفاثة التى تنطلق بسرعة الصوت تزيد بمقدار جزء واحد من مائة ألف جزء من الجرام ! ٠٠ وهذه زيادات جد طفيفة ، ولا نستطيع أن نتوصل الى قياسها ٠

ولكن الأمر يختلف تماما لو اقتربت سرعة المادة من سرعة الضوء ٠٠ خذ مثلا حالة بهـانة التى تنطلق بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضـوء ٠٠ فلو كانت كتلتها على الارض تعادل ٦٥ كيلو جراما ، فان كتلتها تبدو لنا وقد تضاعفت (أى تصير ١٣٠ كيلوجراما) ، ولكن بهـانة لا تلحظ على نفسها شيئا غير عادى ، لأنها لا تتحرك بالنسبة لنفسها ،

= كتلة الشيء وهو يتحرك بالنسبة لك، أو لاى اطار مرجع آخر ، ك = كتلة نفس الشيء وهو في حالة سكون ، س = سرعته النسبية (اى بالنسبة لك وانت واقف وهو يتحرك ، أو بالنسبة لاطارين يتحركان بسرعتين مختلفتين) (كما فى حالة الفصيح وبهانة مثلا) ، ض = سرعة الضوء .. وهذه سرعة معروفة ، كما أن كتلة الشيء وهو ساكن معروفة ، وكذلك السرعة النسبية .. وما عليك الا ان تعوض الرموز فى المعادلة بالارقام لتحصل على كتلة الشيء وهو يتحرك بالنسبة لك ، او لاى شيء آخر .

كما أنها اذا أمسكت بحقيبة يدها ، فانها لا تراها قد ثقلت كما نراها نحن على أرضنا ·· كل شيء في اطارها يبدو منطقيا ومعقولا ، تماما كما لو كانت تعيش على الارض ·· رغم أننا لا نرى ذلك من أرضنا وهي تنطلق بعيدا عنا بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ·· فكل شيء هناك يزيد في الكتلة ·

وهنا قد تتساءلون : ولكن ·· من أين جاءت هذه الزيادة في الكتلة رغم أن الكتلة ـ كما عرفناها ـ عدد محدد من الذرات ، أو من الجسيمات التي تبني الذرات ؟

والجواب : ان أية كتلة ساكنة لايمكن أن تتحرك من تلقاء نفسها ·· أنت ترى حجرا ملقى في الطريق ، ولم يحدث أبدا أن تحرك هذا الحجر بمفرده ليفسح للناس السبيل ·· ولكن عليك أن تركل هذا الحجر ، أن تؤثر عليه بقوة دافعة ، والقوة طاقة مبذولة ·· وكلما كانت كتلة الشيء كبيرة ، فانها تحتاج الى طاقات كبيرة ، كما أن زيادة السرعة تنبئنا بطاقات دافعة أقوى ·· اذا دفعت شيئا ليجري أسرع وأسرع ، فلا بد من طاقات مبذولة أكثر وأكثر ، حتى اذا اقتربت سرعة الكتلة من سرعة الضوء ، فانها ـ أي الكتلة ـ تزيد زيادة مطردة ، وتتضاعف مرة ومرتين وعشرات ومئات وآلاف المرات ، حتى اذا ماوصلت سرعتها الى سرعة الضوء (فرضا)، تصبح كتلتها لا نهائية· أي أكبر من كل المادة الموجودة في الكون ·· ولكي تدفع هذه الكتلة اللانهائية ، فلا بد أن نحصل على طاقة لانهائية،

أى أكبر من كل الطـــاقات الموجودة فى الـكون بأضعاف مضاعفة ·· وعليــك إذن أن ترشــدنا الى مدد من طاقة لا نهائية لندفع بها حبيبة من رمل بسرعة الضــوء ، حتى تصير كتلتها لا نهائية ·· وهذا أمر مستحيل ، وهكذا تقول لغة المعادلات ·

ان النتيجة المحتومة أننـا لن نتوصل أبدا الى كتلة لا نهـــائية ، لأننــا لا نستطيع مطلقا الحصول على طاقة لا نهائية ·· ولا انكماش الشيء الى لاشيء ·· لأننا ببساطة لا نستطيع أن ندفع أية كتلة ـ مهما كانت ضئيلة ـ بسرعة الضوء ·

ان الزيادة فى كتلة المادة التى تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء بالنسبة لاطار آخر فى حالة سكون (ظاهرى) قد نتجت من الحركة ، والحركة صورة من صور الطاقة ، وأن الطاقة الرهيبة التى دفعت الكتلة قد منحتها هذه الزيادة فى الكتلة .. وكانما الطاقة « تتجسد » على هيئة كتلة لتضاف الى الكتلة الأصلية ·· وهذا ببساطة يعنى أن الكتلة طاقة ، وأن الطاقة كتلة .. اننا كمن يقول أن « الروح » تتجسد على هيئة مادة ، ولكن الروح ليست مادة ولا كتلة ، ولا يمكن القبض عليها لنضعها فى قفص ليراها الناس .. فالروح طاقة منطلقة ، والضوء طاقة ، والحرارة طاقة ، وأنت لا تستطيع أن تجمع الضـــوء فى « طشت » غسيل كما تجمع الأمطار ، ولا أن تزن الطاقة

الفكرية كما تزن البضاعة ، ولا أن تودع طاقة الحركة التى نتحرك بها طيلة حياتنا فى احد البنوك كما نضع المال .. ولا أن تختزن الحرارة في (ماعون) التدفئك فى فصل الشتاء .. الخ .

ان الطاقة فى أية صورة من صورها شيء غير ملموس ، رغم أنه محسوس .. نحس مثلا بالطاقة الحرارية ، ولكنها لا تتجسد ، ونحس بالطاقة الضوئية عن طريق عيوننا ، ولكنها لا تتجمع ، ونشعر برعدة الطاقة الكهربية في أجسامنا ، ولكنها لا تسكنها ولا تختزن فيها .. الخ ، ولكن أن تتجسد الطاقة الدافعة لتصير كتلة ، فهذا أمر لا تستطيع عقولنا ادراكه .

ومع ذلك فان المعادلة تشير الى ذلك تماما .. فهل من دليل على صحة ما تتنبأ به حتى تطمئن القلوب ، وتهدأ العقول ؟

اكثر من دليل .. أولها أن الجسيمات الذرية التى تنطلق فى المفاعلات النووية بسرعة قريبة من سرعة الضوء تتضاعف كتلتها مرات عديدة .. والواقع أن العلماء يعيشون مع هذه الحقيقة ليل نهار ، ولا بد أن يستعينوا بمعادلة اينشتاين لحساب الزيادة فى كتلة الجسيمات مع زيادة سرعتها ، لكى يصمموا مفاعلاتهم الذرية على هذا الأساس ، ولو لم يفعلوا لاصبح مصيرهم كمصير المهندس

الذى وضع تصميمات كوبرى أبى العلاء بالقاهرة ، دون أن يدخل فى حسابه مقدار التمدد والانكماش الناتجين من اختلاف درجة الحرارة . *

ان المعجلات أو المفاعلات الذرية أجهزة ضخمة للغاية، وقد صممت بطريقة خاصة لتنساب فى داخلها جسيمات ذرية ، تندفع بسرعة هائلة نتيجة للطاقات الدافعة المسلطة عليها ، حتى تصطدم فى هدف مادى فتشطر ذراته أوتفتتها أو تحولها من صورة الى صورة (كما فى النظائر المشعة) .

لقد وجد العلماء أن البروتونات (جسيمات تدخل فى تكوين نواة الذرة) ، اذا انطلقت فى داخل المعجلات الذرية بسرعة ١٧٧ ألف ميل فى الثانية (أى حوالى ٩٥٪ من سرعة الضوء) ، فان كتلتها تتضاعف ثلاث مرات ! .. ثم استطاع العلماء أن يعجلوا بسرعة الأليكترونات الى سرعة قريبة جدا من سرعة الضوء ، فزادت كتلة كل اليكترون الى ٩٠٠ مرة من وزنه وهو فى حالة سكون ! .. كما أن هناك جسيمات تنطلق نحو أرضنا من الفضاء الخارجى وهى تجرى بسرعة شبه ضوئية ، فتزيد كتلتها عدة آلاف من المرات (قدر كتلتها وهى فى حالة سكون) !

وهكذا فقد جاءنا أول دليل على صحة ما تنبأت به

---

* سمعت هذه الرواية ، ولا أدرى صحتها من زيفها .. اذ يقال ان المهندس قد انتحر ، لان الكوبرى لم يفتح منذ انشائه حتى الآن نتيجة لهذا الخطأ القاتل .

المعادلة على مستوى الجسيمات الذرية ، وكان من الممكن أن نحصل على أدلة أخرى ، لو اننا استطعنا أن نعجل بسرعة حجر أو سيارة أو قطار أو صاروخ الى سرعة قريبة من سرعة الضوء ، ولكنك تعلم أنه كلما زادت كتلة الشيء المدفوع ، فانه يحتاج الى طاقات أكبر وأكبر . فكتلة البروتون مثلا تقع فى حدود جزء من مائة ألف مليون مليون مليون جزء من الجرام ، ولهذا فان الطاقات اللازمة لدفعه تقع فى حدود المفاعلات الذرية .. ولكن حبيبة من رمل أكبر من البروتون ببلايين البلايين من المرات .. فما بالك بطائرة او صاروخ ؟

ان أعظم دليل على صحة معادلات نظرية النسبية قد جاءنا من معادلة بسيطة للغاية نكتبها دائما هكذا : ط = ك × ص ٢ ، ولقد انبثقت هذه المعادلة من تحليلات رياضية أخرى أجراها اينشتاين على معادلته الخاصة بالحركة والكتلة (أى التى تتنبأ بزيادة الكتلة كلما تحركت أسرع) .. والواقع أن هذه المعادلة الوليدة من نظرية النسبية قد فتحت لنا آفاقا واسعة فى اسرار الكون الذى فيه نعيش .

فماذا تعنى تلك المعادلة بدون لغة الرموز ؟

تعنى أن الطاقة (ط) تساوى الكتلة (ك) مضروبة فى مربع سرعة الضوء فى الثانية ، ورغم أننا قد فسرنا الرموز ، الا أن ذلك قد لا يعنى شيئا ، ولكن العالمين

ببواطن الأمور الرياضية يجدون فيها شيئا هائلا يعز على العقول ، ولقد اعتبر البعض هذه المعادلة الصغيرة بمثابة « فزورة » رياضية غير قابلة للتطبيق ، أو حتى مجرد الاستفادة بما جاء فى مضمونها .

فى المعادلة ثلاثة أشياء محددة : سرعة الضوء والطاقة والكتلة (أو المادة) .. وهذا نسيج رياضى غريب .. فما دخل سرعة الضوء فى هذه المعادلة ، ونحن نتعرض لمادة وطاقة ؟ .. ربما كانت سرعة الضوء هى الحلقة المفقودة أو همزة الوصل التى تربط بين الطاقة والمادة .. أما كيف حدث ذلك ، ولماذا كان ، فلا أحد يستطيع له تفسيرا ، كل ما نستطيع قوله ن هذه هى لغة المعادلات التى ترشدنا الى الوسيلة التى بنيت على أساسها الأكوان .

ولكى نوضح أكثر ما تعنيه المعادلة ، دعنا نتعرض لتعويض الرموز بالأرقام أو الوحدات الخاصة التى يستخدمها العلماء لكل مجال من المجالات .. ان وحدة الكتلة هنا بالجرام ، ووحدة السرعة الضوئية بالسنتيمتر ، وعليه فان سرعة الضوء تساوى ٣٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنتيمتر فى الثانية (وهو ما يعادل ١٨٦ ألف ميل فى الثانية) ! .

أنت تريد الآن أن تعرف من المعادلة مقدار الطاقة الكامنة فى كيلو جرام واحد من أية مادة تشاء .. حجرا

كانت هذه المادة أو زلطا أو حديدا أو لحما أو سوائل ..
الخ ، المهم ان تعوض فى المعادلة بالوحدات المناسبة التى
ذكرناها ،

الطاقة = الكتلة بالجرامات × سرعة الضــوء
بالسنتيمتر في الثانية مضروبة فى نفسها
= ١٠٠٠ × ٣٠٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٣٠ ×
٣٠٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٣٠

= ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر
٠٠٠ر٩٠٠ ارج

وهذا يعنى أن الكيلو جرام من أية مادة يحتوى على
طاقة تقدر بتسعمائة ألف بليون بليون ارج ، والارج وحدة
من وحدات الطاقة ، ويمكن تحويل هذا الرقم الى صورة
ملموسة فى حياتنا اليومية فنقول ان الكيلو جرام من أية
مادة لو فنى فناء تاما وتخلى عن حالته الجسيمية الى حالة
موجية ، فانه يظهر لنا على هيئة طاقة تعادل :

* ٢٥ ألف مليون كيلو وات ساعة ، اى أكبــر من
طاقة السد العالى بكامل قوته ولمدة عامين وزيادة !

* تعادل الطاقة التدميرية الناشئة من تفجير ٢٢
الف مليون طن من مادة ت . ن . ت . شديدة الانفجار !

* تدفع بها سيارتك (لو كنت تملك واحدة) حول
العالم ..٤ ألف مرة .. أى أنك لو انطلقت بدون توقف

بسرعة ٨٠ كيلو مترا فى الساعة ، فانك تكون قد قطعت ١٦ الف مليون كيلو متر تستغرق منك ٢٠ ألف عام .. اطال الله فى عمرك وعمر سيارتك !

وارقام أخرى كثيرة توضح لنا ضخامة الطاقة الكامنة فى المادة .. ولكن ، هل يمكن أن نحرر هذه الطاقات يوما؟

علينا أن نقدم هنا تلك المناقشة التى دارت بين أينشتاين وبين جمع من الناس الذين سخروا من معنى المعادلة ، فقال أحدهم : أنت يا سيد أينشتاين تزعم أن الطاقة الكامنة فى حفنة من الفحم أكبر من طاقة (أو قوة) كل سلاح الفرسان بالجيش البروسى (الألمانى) .. فاذا كان ذلك صحيحا ـ كما تدعى ـ من خلال معادلتك الغريبة ، فلما ذا ـ اذن ـ لم نلحظ ذلك ؟

ويرد أينشتاين : اذا كان هناك رجل فاحش الثراء، ولكن كل ثروته محبوسة أو مدفونة ، بمعنى أن أحدا لم يلحظه وهو يصرف ماركا أو يدخر ماركا، عندئذ لا أحد يستطيع أن يلحظ هذه الثروة أو يقدرها ، وكذلك الحال مع المادة .. فما دامت لا تطلق طاقتها المدفونة ، عندئذ لا يمكن ملاحظتها أو الاحساس بها .

ويتساءل آخر : وماذا تقترح لكى نطلق هذه الطاقة من عقالها ؟

أينشتاين : ليست لدى أية فكرة أو دليل على امكان

اطلاقها (لقد أخطأ أينشاين في ذلك ، وسيتبين لنا ذلك فيما بعد .. ان حصولنا عليها يعنى أننا لابد أن نهيمن على تحطيم الذرة ، ومع ذلك فهناك أدلة أولية نلحظها فى تحلل الذرات بواسطة الطبيعة نفسها ، فيتجلى ذلك لأعيننا من خلال تجاربنا (وهو يعنى بذلك الطاقة المنطلقة من الذرات المشعة كاليورانيوم والراديوم وغيرها) .

سؤال آخر : هل حصلت على معادلتك هذه الخاصة بالمادة والطاقة من تجاربك التى أجريتها فى معملك من قبل ؟

عندئذ أصاب الحاضرين وجوم وامتعاض حينما أجاب : « اننى لم أدخل معملا ، ولم أقم بتجربة واحدة .. ان علم الفيزياء (الطبيعة) ليس فى حقيقة الأمر الا نظاما فكريا فى حالة من التطور والارتقاء ، وان تقدمه يعتمد على الابتكار الحر .. اذن ، فليس لدى أى شك فى أننى على صواب » !

ان المعادلة تشير الينا من طرف خفى أن هناك سرا هائلا من أسرار الطبيعة وعلينا أن نعيد النظر فى تقييم مفهومنا للمادة والطاقة . . فلقد كان الظن السائد أن الكون بمثابة وعاء ضخم غاية الضخامة ، وأنه لا يحتوى الا على عنصرين أساسيين : مادة وطاقة .. المادة شيء جامد ومحسوس ويتميز بصفات الكتلة التى نعرفها جميعا ؛ ولكن الطاقة عكس ذلك . . انها متحررة وغير مرئية وتنطلق على هيئة موجية ، وليس لها كتلة .

والمعادلة تقول : ان المادة والطاقة وجهـــان لشيء واحد.. اذا فنيت المادة ، ظهرت الطاقة ، واذا «تجسدت» الطاقة ظهرت المادة ، وكأنما المـادة التي تبنينا وتبني كل شيء في الكون ما هي الا طاقات حبيسـة أو مكثفة في جسيمات .. والجسيمات تبني الذرات ، والذرات تبني المادة .. وبالاختصار فان المادة طاقة ، وأن الطاقة مادة ، وأن التمييز بينهما ليس الا حالة مؤقتة ، فكلتاهما تقود الى الأخرى .. انها معادلة ليست صعبة ، يمينها يتعادل مع يسارها .. في ناحية منها الطاقة ، وفي الأخرى المادة ، وكأنما الطبيعة تلعب معنا لعبة « الاستغماية » أو تقدم لنا « فزورة » البيضة والدجاجة .. ما الذي جاء أولا : البيضة أم الدجاجة ؟ .. ما الذي ظهر أولا : المـادة أو الطاقة ؟ .. السؤال الأول فيه سذاجة ، وفي الثاني بحث عن الحقيقة التي كلما ظن الانسان أنه قد أصبح منها قاب قوسين أو أدنى ، اذ بها تشيح بوجهها ، وتبدو له كسراب خادع ، أو قد تتجلى له على هيئة ظواهر مختلفة ، تخفي وراءها وحدة الكون الواحدة .

ط = ك × ض٢ .. حـــروف ثلاثة ، تفتحت أسرارها ، ففتحت أبواب النعيم والجحيم على حد سواء .. فيها الخير والتعمير ، وفيها الشر والتدمير .. أيهما نختار ؟ .. كل ذلك يتوقف على حكمة الانسان .

ط = ك × ض٢ .. رموز ثلاثة أنهت الحـرب

العالمية الثانية ، وأذل الحلفاء بها صمود شعب اليابان العظيم ، فاستسلم بعد ضربتين ، أبيدت فيهما من الوجود مدينتان كبيرتان .

لقد استطاع الانسان ـ بعد مرور أربعين عاما على ظهور هذه المعادلة ـ أن يحرر المادة على هيئة طاقة ، لقد انشطرت نواة الذرة ، واختفى جزء من مادتها جد ضئيل ، وظهر لنا على هيئة طاقات مدمرة لا قبل للبشرية بجبروتها وضخامتها .. ان الرعب النووى يسيطر على عالمنا نتيجة لتكديس أسلحة ذرية وهيدروجينية فى الغرب وفى الشرق ، ولو انطلقت طاقاتها المدمرة ، لخص كل انسان فى العالم ما يوازى ١٥ طنا من مادة ت . ن . ت . شديدة الانفجار .. ولكنها ما زالت هناك محبوسة « كالمردة فى قماقمها » .. وكأنما أساطير القدماء قد تحققت .

الا أن الخير كله يكمن فى سيطرة الانسان على هذه الطاقات التى يحررها من المادة بغير حدود ، ليستخدمها فى بناء مدنيته وحضاراته ، ولينتفع من خيراتها بما يشاء، فمعينها لا ينضب .

ان الأضواء التى تعم الكون من بلايين السنين ، وتنطلق فيه من بلايين البلايين من النجوم أو الشموس ، انما تنبعث منها نتيجة لتحول المادة الى طاقة .. أن شمسنا التى تقذف حولها بكميات هائلة من الضوء

والحرارة والاشعاعات لا تشتغل بوقـــود عـــادى كالذى نستخدمه فى افراننا ، ولو فعلت لأظلمت منذ زمن فى عمر الكون سحيق ، ولكنها تشتغل على نفس الأساس الذى أشارت اليه المعادلة .. يختفى جزء من المادة ، لتظهـر على اثره طاقات جبارة سوف تستمر لبلايين السنين .

هذه اذن لمحات خاطفة عن تحويل المادة الى طاقة، وهى خير دليل على صحة المعادلة .. ولكن ، هل هناك دليل على حدوث العكس .. أى تجسيد الطاقة الى مـادة ؟ أكثر من دليل .. فالعلماء فى المفاعلات الذرية يعيشـــون ليل نهار مع جسيمات من مادتنا تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، فاذا اصطدمت فجأة بهدف وتوقفت ، فان طاقتها التى كانت بها تجرى لا تفنى ولا تضيع ، بل تظهر لنا على هيئة جسيمات وجسيمات نقيضة، ولكن .. ماذا تعنى جسيمات نقيضة ؟

الواقع أن ذلك موضوع طويل جدا * ، وليس له هنا مجال ، ولكن يكفى أن نقول ان العلماء قد اكتشفوا لكل جسيم من جسيمات المادة التى تبنى عالمنا جسيما نقيضا ، وكلاهما يظهر من كمية محددة من الطاقة يمكن حسابها باستخدام نفس المعادلة (ط = ك × ض^{٢}) .. فاذا

---

* انظر مثلا « هل لك فى الكون نقيض » ؟! .. للمؤلف تحت الطبع .. الناشر الهيئة العامة للتأليف والنشر .. وكذلك « مذكرات ذرة » للمؤلف .. سلسلة اقرأ .. دار المعارف .. بالقاهرة .

اصطدمت هذه الطاقة المتحركة مع الجسيم بهدف مادى ، فانها تتوقف وتتجسد .. ربما على هيئـة اليكترون واليكترون نقيض ، أو بروتـون وبروتـون نقيض ، أو نيوترون ونيوترون نقيض .. الخ !

الا أن هذه الجسـيمات النقيضة لا تسـتطيع أن تتعايش لحظة واحدة مع جسيمات عالمنا ، كما لا يستطيع الثلج أن يتعايش مع سعير الجحيم ، فبمجرد ظهـور الجسيم النقيض ، فلا مناص من اصطدامه بنقيضـه ، فيفنى أحدهما الآخر فناء تاما ، ويتخليان عن حالتهمـا الجسـيمية (المـادية) ، ليعودا الى حالة موجية .. الى ومضات ضوئية .. الى طاقات تنطلق فى الكون بسرعة الضوء .. وفى هذا خير برهان على صحة المعادلة التى اعتبرها الناس ضربا من خيال خصيب .. أو بمثـابة « فزورة » رياضية لا معنى لها ولا طعم !

نسبية الزمن !

سبق أن ذكرنا أن السرعات الكبيرة تؤثر فى طبائع الأشياء ، فتزيد كتلتها ، وتنكمش أطوالها ·· وعلى نفس المنوال نقول : تحرك أسرع ·· يبطىء زمنك أكثر !

ولكن قبـــل أن نتعرض لهـــذه الظاهرة نود أن نتساءل : من منا يستطيع أن يحدد معنى الزمن ؟ ·· واذا استطاع ،فهل للزمن بداية ونهاية ؟ ·· واذا كان ، فمن أين ومتى بدأ ، والى أين ومتى سينتهى ؟ ·· وهل سريان الزمن مفهوم مطلق أو نسبى ؟ ·· أى هل يراه كل من فى الكون ثابتا لا يتغير ، أو أنه قابل للتمدد والانكماش ؟ ·· الى آخر هذه الأسئلة الحائرة التى لا نستطيع أن نجد لها جوابا مقنعا ، رغم أننا جميعا نشعر بمرور الزمن ، ولكننا لا نستطيع أن نحدد طبيعته · *

---

* فى كتاب « هل لك فى الكون نقيض » ؟! ـ للمؤلف ـ بابان مستقلان .. أحدهما عن طبيعة الزمن ، والثانى «عن زمن معكوس».. لمن يريد الرجوع الى المزيد ·

لقد تعرض الفلاسفة والعلماء والمفكرون منذ زمان طويل الى طبيعة الزمن .. فمنهم من يقول : ان الزمن كالنهر الجارى الذى يسرى تياره بصفة منتظمة من منبعه الى مصبه ، وهذا يعنى أن للزمن بداية ونهاية ، فاذا كانت له بداية فمن أين جاء ؟ واذا كانت له نهاية ، فهذا يعنى أنه سيأتى زمن لن يكون فيه زمن .. ولكن العقل لا يستطيع أن يتقبل هذا القول ، فمن الصعب أن نتصور مثلا أن لحظة قد ظهرت بدون لحظة سابقة ، أو أن تكون هناك لحظة قادمة ، بدون لحظة تتبعها .

ومنهم من يقول : ان الأحداث التى نمر بها هى التى تعطينا شعورا بمرور الزمن .. اننا نقول دائما ان هذا قد حدث فى الماضى ، وان ذلك يحدث الآن ، وغيره سيحدث فى المستقبل .. فهل الأحداث التى نمر بها مرسومة ومقدرة ؟ .. البعض يقول انها كذلك ، أى أنها أحداث مرتبة ومنظمة ومفصولة بفترات زمنية محددة ، أو كما يعبر عنها هـ . ويل « ان الأحداث لا تحدث ، انما نحن الذين نمر بها » !

كأنما الانسان فى هذه الحالة بمثابة سائح فى رحلة الحياة ، وهو قد جاء رغما عنه ليركب « قطار » الزمن .. وسوف يمر بمحطات فى الطريق (هى الأحداث) ، وسرعان ما تختفى ، ولكنها لم تختف حقا ، فهى مازالت هناك .. كل ما حدث أننا مررنا بها فقط فغابت عن الأنظار .. وهذا هو الماضى بأحداثه (أو محطاته) التى لا تضيع .

والمحطة التي نمر بهـــا الآن هي الحاضر بأحداثه ، وما زالت امام قطار الزمن محطات كثيرة ، ولابد ان يمر بها وبنا ، وهذا هو المستقبل بأحداثه . . انهـا أيضا قائمة هناك ، ولكننا لم نمر بها بعد ، وسوف نمر بها ليصبح المستقبل حاضرا ثم ماضيا لا يضيع .

ومن الناس من يقول : ان الزمن شيء ثابت لايتحرك، ولكننـا نحن الذين فيه نتحـرك ·· أو كما عبر عن ذلك الشاعر أوستن دوبسن في قصيدته « تناقض الزمن » :

أتقولون ان الزمن يجري ؟!

لا ·· لا ·· الزمن واقف ونحن نمضي !

أو كما عبر عنه ايليا أبو ماضي بفكرة حائرة :

أأنا السائر في الدرب أم الدرب يسير

أم كلانا واقف والدهر(*) يجري ؟ ·· لست أدري

وهناك من يعتقد أن الزمن لا وجود له ، كمـا أن الأشياء التي تنقلها أحاسيسنا وتصورها لنا بتلك الصورة غير موجودة بمعناها الحقيقي ·· ونقول لهؤلاء : عليكم أن تبرهنوا لنا مثلا أن الماء لا وجود له ، ولتلقوا بأنفسكم في المحيط ، أو أن النار ليست الا خيالا ، ولتقفزوا في أتونها،

(*) الدهر هنا بمعنى الزمن ، كما في قوله تعالى : «هل أتى على الانسان حين من الدهر لم يكن شيئا مذكورا » .. وأنت تستطيع أن تشم رائحة النسبية في هذا الشعر .

أو أن القطار خـــداع ، فلتقفوا فى طريقه ، وعندئذ لن تتفلسفوا بعدها أبدا !

وكل هذه آراء لا نستطيع أن نقيم عليها دليلا علميا ·· ومع ذلك ، فلابد أن نعـود الى مناقشـة علمية لهذا الموضوع ·· ان حركة الكون مرتبطة ارتباطا وثيقا بالزمن، ولابد أن نحدد لكل شيء متحرك فى الزمان والمكان موقعه وزمنه ·

ان أبسط مثال يمكن أن نقدمه هنا عن علاقة الحركة بالمكان بالزمان هى وسائل المواصلات ·· فلو فرضنا أن قطارا يتحرك بسرعة ٨٠ كيلو مترا فى الساعة من القاهرة الى أسـوان دون توقف وبسرعة منتظمة ، فانك تستطيع أن تعتمد على الزمن لتحدد مكانه ، أو أن تعتمد على المكان لتحدد الزمن ·· فنقول مثلا انه بعد ساعة ونصف سيمر بمحطة بنى سويف ، وبعد ثلاث ساعات بالمنيا ·· الخ ·

حركة الأرض حول محورها ، ثم حول شمسها ، هى التى تعطينا احساسا بمرور الزمن ، ولولا هذه الحركة ، ما عرفنا شيئا اسمه زمن ·

ان قياسات الزمن ليست فى حقيقة الأمر الا أماكن محـددة فى الفضـاء ·· فالضحى أو الظهيرة أو الغروب ليسـت الا زوايا محـددة بيننا وبين الشـمس ·· أى أن الأرض تتحرك فى المكان ليكون الزمان ·

ولقد اعتبر العلماء — قبل أن يجيء أينشتاين — أن الزمن مطلق ٠٠ شيء ثابت لا يتغير ، كما أنه مستقل بذاته ، ويسرى سريانا منتظما ، ولا أحد يستطيع أن يقول ان الزمن يبطيء أو يسرع أو يتوقف ٠

وقد يقفز فصيح هنا ويقول : ولكننى أحس أحيانا أن الزمن يمر بى بطيئا فى حالات الضنك ، ويمر سريعا فى حالات السعادة ٠٠ أحيانا تمر الدقيقة وكأنها ساعة ، والساعة تمر سريعا كأنها دقيقة ٠٠ أى أن الزمن لا يسرى على وتيرة واحدة ٠

كأنما هذا الفصيح يريد أن يربط الزمن الكونى بشعوره واحساسه ، فيبطيء الزمن أو يسرع من أجل شقائه أو سعادته ، والواقع أن احساسه هذا شيء نفسى ومرتبط به وحده ، ولا دخل له بالزمن الذى فيه نتحدث ٠

عندما جاء أينشتاين ودرس الموضوع دراسة فيها تأمله وأصالة ، وصل الى نتيجة غريبة عن لزمن ٠٠ فقال ان الزمن شيء نسبى ، وأن المتناقضات التى وقعنا فيها من قبل عندما ناقشنا موضوع السرعة والحركة فى الكون كانت منبثقة من خطأ وقعنا فيه دون أن ندرى ٠٠ لقد أخطأنا لأننا اعتبرنا الزمن شيئا ثابتا لا يتغير ٠٠ ولكنه فى الواقع متغير ونسبى ، وأنه يعتمد على الحركة ، ويتغير تبعا للحركة ٠٠ أى لابد أن يقيس كل من فى الكون زمنه فى الاطار الذى يتحرك فيه ، حتى لا يقع فى متناقضات

كثيرة ، ويرجعها الى عدم تناسق قوانين الكون ، رغم أن القوانين الكونية واحدة فى كل أرجاء السماوات ، ولكنها قد تبدو لنا غير متناسقة ، نتيجة لقصور فى الفكر بمايجرى فى هذا الكون العظيم .

يعنى أنك لا تستطيع – على المستوى الكونى – أن تقول ان هذا وذاك قد حدثا فى نفس اللحظة ، رغم أنك رأيت الاثنين يقعان فى نفس اللحظة – كما أنك لا تستطيع أن تحدد المكان الذى وقع فيه الحدث .. فالزمن متغير ، والمكان متغير .. ولا شىء فى الكون ثابت فى مكانه .. لأن كل ما فيه يتحرك ، ويغير مواضعه وأمكنته بالنسبة لبعضه بسرعات منتظمة .

كما أنك لا تستطيع كذلك أن تؤكد أن هذا الحدث قد وقع قبل ذلك الحدث ، أو بعده ثم تسكت ، لأن قولك فى هذه الحالة – وبالنسبة لموضوعنا – ليس له معنى ، اللهم اذا نسبت هذا لاطار محدد بالنسبة لاطارك ؛ لأن شخصا آخر قد يرى عكس ما رأيت بالنسبة لاطاره ، ولأن « قبل » بالنسبة لك ، قد تعنى « بعد » بالنسبة له .

ان « هنا » و « هناك » و « الأمس » و « غدا » و « الآن » ألفاظ نستخدمها فقط بالنسبة للاطار الذى نعيش فيه على أرضنا ، ولا نستطيع أن نستخدم هذه الألفاظ « المحلية » فى كل اطارات الكون .. فالأمس قد

يعنى غدا ، وغدا قد يعنى الأمس .. كل على حسب اطاره ·

دعنا نوضح ذلك بمثال : لنفرض أن الفصيح وبهانة قد توجها لزيارة عالم فلكى فى مرصده للاطلاع على بعض أسرار الكون ، وبينما هم يتناقشون لمع نجم فى السماء لمعانا شديدا ثم انفجر ، وفى نفس اللحظة التى سجلت فيها صورة الانفجار على اللوح الفوتوغرافى الحساس المثبت بالمنظار الفلكى حدث لبهانة هبوط فى القلب وماتت ·· عندئذ قد يضرب الفصيح كفا بكف ويقول : انا لله وانا اليه راجعون ·· يا للمصادفة الغريبة ، لقد انتهت حياة النجم فى نفس اللحظة التى انتهت فيها حياة بهانة !

وقد يتقابل الفصيح بعد ذلك مع العالم الفلكى ويسأله ان كان يؤمن بمسألة « التنجيم » ، فيمط الفلكى شفتيه ممتعضا ، ثم يسأل الفصيح : ما الذى دعاك الى هذا السؤال ؟

الفصيح : هل تذكر أن بهانة قد ماتت فى نفس اللحظة التى انفجر فيها النجم وسجلته لوحاتك في نفس مكانه فى السماء ؟

الفلكى : نعم أذكر ذلك ·· ولكن ، ماذا تعنى بنفس اللحظة ، ونفس المكان فى السماء ؟

الفصيح : ان سؤالى واضح ولا يحتاج الى تفسير ·

الفلكى : اذا كان الأمـر كذلك ، فانت مخطىء فى أفكارك ٠٠ فلا النجم كان هناك فى مكانه ، ولا هو انفجر وانتهى فى نفس اللحظة التى ماتت فيها بهانة ٠٠ فلقد مات النجم قبل أن تموت هى بأكثر من ٣٠٠ عام !

الفصيح (مذعورا) : ماذا تعنى أنت برب السماء ؟

الفلكى : أعنى أنه لا يجب أن تربط الأحداث الكونية بموت بهـانة أو بأى حدث يجرى على أرضـنا ٠٠ وأنت تستطيع أن تقول ان بهانة قد ماتت فى نفس اللحظة التى كنت تشعل فيها سيجارتك ، أو فى نفس اللحظة التى برق فيها البرق ، أو التى انطلق فيها صاروخ من الأرض الى القمر ٠٠ وكل هذه أحداث أرضية تقع فى اطار واحد، وتعتمد على زمن أرضي واحد ، نتيجة لحركة كوكبنا بانتظام فى فلك محدد ٠٠ ولكن النجم الذى انفجر يبعد عنا بمقدار ٣٠٠ سنة ضوئية (*) ، وتفصلنا عنه مسافة تقدر بحوالى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٧٦٤ر١ ميل ، ونحن لا نستطيع أن نرى ما حدث لهذا النجم الا عن طريق بشائر الضوء الدالة على حدوث الانفجار ، والتى يستغرق سفرها فى الكون ٣٠٠ عام حتى تصل الينا ٠٠ ولهذا فاننا فى الواقع ننظر فى الماضى البعيد ، وليس الى اللحظة التى ماتت فيها بهانة

---

* السنة الضوئية هى المسافة التى يقطعها شعاع من ضوء ينطلق من مصدره بسرعة ١٨٦ الف ميل فى الثانية ، ولهذا فان السنة الضوئية تساوى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٨٨٠ر٥ ميل ، أو حوالى ٦ مليون مليون ميل .

.. ان « الآن » هنا تعنى ماضيا بعيدا .. والعكس أيضا صحيح .

الفصيح : وماذا تعنى بقولك « والعكس أيضا صحيح » ؟

الفلكى : لنفرض أن شمسنا قد انفجرت .. عندئذ لن نعرف أنها انفجرت الا بعد مرور ثمانى دقائق وثلث .. لان الضوء الدال على الانفجار لن يصل الينا الا بعد أن يقطع ٩٣ مليونا من الاميال ، وهى المسافة التى تفصلنا عن الشمس (أى ٨ر٣ دقيقة ضوئية) ـ ولكن كوكب عطارد سيرى نفس الحدث قبلنا ، ويراه المريخ بعدنا ! (فعطارد أقرب الى الشمس منا ، والمريخ أبعد من الشمس عنا) .

أو دعنا نفترض أن نجما يبعد عنا بمقدار ألف سنة ضوئية ، وأن لهذا النجم كوكبا يدور حوله وتسكنه مخلوقات عاقلة ترصد أمور الكون كما نرصدها .. عندئذ لو انفجرت شمسنا فى يوم ١٥ أكتوبر عام ١٩٧٠ ، وسجلنا هذا الحدث على أرضنا فى نفس اليوم ، فان سكان هذا الكوكب البعيد لن يشهدوا الحدث الا فى يوم ١٥ أكتوبر عام ٢٩٧٠ .. أى أن الآن أو أمس بالنسبة لنا تعنى مستقبلا تمتد جذوره حوالى ألف عام ، أو عشرة آلاف أو مليون أو بليون عام ... والعكس أيضا صحيح .

وهنا يبتسم الفصيح ويتساءل : ولكن لماذا تعترض على عندما قلت لك ان الحدث قد تم فى نفس المكان ؛

الفلكي : لان كل الأجرام السماوية تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعات منتظمة ، ولهذا لا يوجد في الكون كله مكان ثابت لشيء فيه ٠٠ لأن مواقعها باستمرار متغيرة بالنسبة لبعضها نتيجة لحركتها ٠٠ وان بدت الأمور لنا غير ذلك ٠٠ ولهذا فان الزمن متغير ، والمكان أو الموقع متغير ، والأطوال متغيرة ٠٠ وعلى هذا الأساس فلابد لكل من في الكون أن يسجل أموره في الاطار الذي يعيش فيه ، وبزمنه وموقعه وحركته في ذلك الاطار !

ولنترك الفلكي والفصيح لنتعرض لنسبية الزمن كما عبر عنها أينشتاين بمعادلته التي قد تحدث ضنكا في العقول ٠٠ لأن العلماء في نظرتهم للزمن والحركة والفضاء (أو المكان أو الكون) يضطرون الى الابتعاد أكثر فأكثر عن « الحقائق » الظاهرية التي تبدو لنا وكأنها أشياء منطقية ومعقولة ، ولا تقبل جدلا أو مناقشة !

ان كل شيء متحرك يحمل معه زمنه الخاص به ، ولا نعني بذلك أنه يحمل ساعة أو « منبها » ، أو أي شيء من تلك الآلات التي نقيس بها الزمن على أرضنا ، والتي صنعناها على هوانا ، وأوضحنا فيها الثواني والدقائق والساعات لتكون مناسبة لحياتنا اليومية ، ولكن نعني بذلك الزمن الكوني ٠٠ الا أننا لا نستطيع أن نرى ذلك الزمن ، رغم أنه بعد من الأبعاد الأربعة التي تدخل في نسيج المعادلات الرياضية ، وتدخل كذلك في نسيج الكون

·· ورغم أننا نعيش فى عالم « الأبعاد الاربعة » ــ كما عبر عن ذلك العالم مينكوفسكى ــ أستاذ أينشتاين ــ ثم من بعده أينشتاين الذى أخذ فكرة أستاذه وطورها ·· ورغم وجود هذا العالم الغريب ، الا أننا لا نستطيع أن نرى الا فى أبعاد ثلاثة ، أما البعد الزمنى فقد حجب عنا ، ولو ظهر لنا ، فربما يقودنا الى رؤية أحداث المستقبل قبل أن تقع ·· ولكن علينا أن نعود وننبه الى أن البعد الزمنى ليس بعدا بالمعنى الذى نعرفه فى حياتنا ، ولكنه شيء منسوج بطريقة أو بأخرى فى هذا الكون ذى الأبعاد الأربعة ، وأن هذا البعد قابل للانكماش اذا زادت السرعة ·· ودعنا من كل ذلك الآن ، لنعود الى المعادلة التى تتعرض لنسبية الزمن ، لنرى ماذا يعنى مضمونها ·

نعود مرة أخرى الى حالة الفصيح وبهانة فى الفضاء ·· ان بهانة تنطلق بالنسبة للفصيح بسرعة تعادل ٩٠٪ من سرعة الضوء ·· ولقد رأينا كيف تؤثر هذه السرعة على الأطوال فى اطاراتها ، فتجعلها تنكمش ، كما تؤثر على الكتلة ، فتجعلها تزيد ·· فهل ياترى ستؤثر على الزمن ؟ واذا أثرت ، فكيف نقيسه ونحن لا نعرف له بعدا ؟

ليس أمامنا ــ فى الواقع ــ الا أن نتخيل وجود ساعات دقيقة ، فهى على أية حال تبين فترات زمنية محددة ، ولنتصور أن الفصيح يستطيع أن يسجل زمن بهانة وهى تمر به بسرعتها الرهيبة ، كما أنها تستطيع أن تسجل

زمن الفصيح وهو يمر بها أو تمر به ·· فالأمران سيان ·

لو أن الفصيح نظـر الى « آلة » الزمن فى سفينة بهـانة ، لوجد أن عقـارب ساعتها لا تتحرك كما تتحرك عقارب ساعته ، فكل ثانيتين تسجلهما ساعته، لا تسجل ساعة بهانة الا ثانية واحدة ·· يعنى هذا أن ساعة من زمن الفصيح تساوى نصف ساعة من زمن بهانة ، وسنة من عمر الفصيح ، تساوى شهورا ستة من عمر بهانة ·

ويظن الفصيح أن فى الأمر شيـئا ، فكل ساعاته المثبتة حوله مضـبوطة تماما ، ولابد أن الخلل فى ساعة بهانة ، عندئذ قد يتبادلان الأفكار عن بعد ويقول الفصيح: يا بهانة ·· يا بهانة ·· كل شىء عندك قد أصابه الخلل ·· حتى الزمن !

بهانة (بدهشة) : ماذا تعنى ؟ ·· لابد أن الخلل فى عقلك وحدك ·

الفصيح : شكرا على هذه الأخلاق الأرضية ·· ومع ذلك فان زمن ساعتك لا يتفق وزمن ساعتى رغم أنهما كانا يوضحان نفس الزمن تماما ونحن على الأرض ·· غريب أن الوقت يسرى عندك ببطء شديد !

بهانة : راجع نفسك يا رجل ، فعندى ثلاث ساعات كلها تبين نفس الوقت ، ولا بد أن الخلل فى ساعتك !

الفصيح : أبدا وحياتك عندى ·· كل ساعاتى مضبوطة ·· انظرى ·· انظرى الى ساعاتى ·

بهانة : أما غريبة ؟ ·· أنت تقول أن الزمن يسرى عندي ببطء ، ولكننى أرى أن زمنك أنت هو الذى يسرى بطيئا بالنسبة لزمنى ·· لابد أن فى الأمر سرا ·

والواقع أن السر يكمن فى الحركة ·· لأن سريان الزمن يختلف بالنسبة لاثنين يتحركان بسرعتين مختلفتين*، الا أننا لا نستطيع أن نلحظ ذلك على أرضنا ، فسرعة أى شيء على الأرض بطيئة جدا بالنسبة لسرعة الضوء ·· فالصاروخ الذى ينطلق من الأرض الى القمر بسرعة سبعة أميال فى الثانية (وهى أكبر سرعة منظورة توصل اليها الانسان حتى الآن) يبطؤ زمنه بمقدار جزء من ٢٠ ألف

---

* المعادلة التى تحكم كل هذه الامور نكتبها هكذا : $ز = ز \sqrt{١ - \frac{س^٢}{ض^٢}}$ حيث ز تساوى الزمن الذى يراه الفصيح مثلا فى سفينة بهانة (أو العكس) ، ز = الزمن الذى يراه الفصيح فى سفينته ، س = سرعتهما النسبية ، ض = سرعة الضوء ، وانت تستطيع فى أى حالة من الحالات أن تعوض عن هذه الرموز بقيم معروفة ·· فزمنك معروف ، والسرعة النسبية معروفة ، وكذلك سرعة الضوء ، وبهذا تستطيع أن تحصل على ز فى الاطار الذى يتحرك بالنسبة لك ·· فتجده دائما أقل من زمن اطارك ·

جزء من الثانية فى يوم كامل ، وهذه فترة زمنية جـــد قصيرة ، ولهذا لا نستطيع تسجيلها بأدق الساعات ٠

وهنا قد يتساءل البعض : أى الاثنين على حق ؟ ٠٠ هل زمن بهانة هو الذى يبطىء ، أو زمن الفصيح ؟

ورغم أن هذا السؤال يبدو منطقيا ومعقولا ، الا أنه سؤال ساذج ، تماما كمن يتساءل ويقول : هل الانسان كبير الحجم أو هل هو ضئيل ؟ ٠٠ ان الجواب يتوقف على نسبة حجم الانسان الى شيء آخر ٠٠ فنقول انه كبير الحجم جدا بالنسبة لبرغوث أو صرصار ، ولكنه ضئيل الحجم بالنسبة لديناصور أو حوت ٠

ان سريان الزمن يتوقف على من يسأل ، وعلى من يجيب، ويتوقف أيضا على حركة اطار بالنسبة لاطار آخر ٠٠ فعندما يقول الفصيح لبهانة ان سريان الزمن عندها بطيء بالنسبة لزمنه ، فهو على حق ، وعندما تقول بهانة نفس الشيء ٠٠ فهى أيضا على حق ! وقد يبدو أن فى ذلك تناقضا واضحا ولكن ليس هناك ما يدعونا الى مثل هذا التفكير ٠٠ فلقد سبق أن ذكرنا أن الفصيح فى الفضاء لا يعرف ان كان يتحرك أو لا يتحرك ، فليس هناك شيء حوله يعطيه احساسا بالحركة ٠٠ وكذلك بهانة تحسب نفسها لا تتحرك ، وأن الفصيح هو الذى يتحرك ويمر بها بهذه السرعة الرهيبة ، ولهذا يرى كل منهما زمنه منطقيا ومعقولا (لأنه لا يتحرك

بالنسبة لنفسه ولا هى كذلك) ، ولكن الامر يختلف اذا سجلت زمن اطار متحرك بالنسبة لاطارك ·· وما دامت كل حركة نسبية ، فلابد أن يكون كل زمن نسبى ·· فهذا يعتمد على ذاك !

لو أن الفصيح قد تحرك بنفس السرعة التى تتحرك بها بهانة ، لما وقعا فى مأزق الزمن ، لأن سرعتهما النسبية ستصبح فى هذه الحالة صفرا ، وعندئذ سيسجل الفصيح زمن بهانة ويراه مطابقا لزمنه ، وكذلك الحال بالنسبة لبهانة (لأنك لو عدت الى المعادلة وعوضت عن الرموز بالأرقام ، ستجد أن ز ـ = ز ·· جرب ذلك) .

ولكن ليس معنى ذلك أن زمنيهما سيطابقان زمننا الارضى ، فبهانة (أو الفصيح) تبتعد عنا بسرعة ١٦٣ ألف ميل فى الثانية ، ولا جناح عليها اذا قالت ان الأرض هى التى تبتعد عنها بسرعة ١٦٣ ألف ميل فى الثانية ·· عندئذ سيكون لها زمنها ولنا زمننا ، ولكونها تتحرك بعيدا عنا ، فسوف يظهر لنا زمنها وهو يسرى بطيئا ، ولكنها تؤكد أن زمنها لا غبار عليه ، وأن زمننا هو الذى يسرى بطيئا ·· فأى الزمنين يسرى ببطء ؟ ·· زمنها أو زمننا ؟

مرة أخرى نقول : ما دامت كل حركة نسبية ، فكلا الرأيين صحيح ·· تماما كما لو تساءلت : هل القطار القادم من بنها الى القاهرة يقترب من محطة القاهرة أو

هل محطة القاهرة تقترب منه ؟ ٠٠ الأمران هنا سيان ، وكذلك الحال مع الزمن ، لأنه يتوقف على الاطار الذى ننظر منه الى اطار آخر متحرك بالنسبة لنا٠

والواقع أن مضمون المعادلة يشـــير الى أن أى شيء يتحرك أسرع ، يبطيء زمنه أكثر (بالنسبة لاطار غـــير متحرك) ٠٠ يعنى لـو أن بهانة قـد اقتربت من سرعة الضوء ، لطال عمرها أكثر بكثير من أهل الأرض ٠٠ فكل شيء فى اطارها (كما يبدو لنا من أرضنا) يتأثر بهذه السرعة الفائقة .. الاطوال والكتل والزمن والفاعـلات الكيميائية والعمليات الحيوية التى تجرى فى جسمها ٠٠ حتى الذرات التى تبنيها وتبنى كل شيء حولها تتباطأ فى اهتزازاتها ونشاطها الذرى ، وكأنما قد أصابها الوهن ٠٠ ولكن بهانة لا تستطيع أن تلحظ أى شيء غـــير عادى فى اطارها (لأن كل ما فيه لا يتحرك بالنسبة لنفسه) ٠٠ نفس الحيوية والشباب والحركة والزمن يسرى بالنسبة لها كما لو كانت تعيش على الأرض ، رغم أن أهل الارض يرون غير ذلك ٠

ولكن ٠٠ ماذا يحدث لو أن بهـــانة قد انطلقت فى الفضاء بسرعة الضوء ؟

لو حدث ذلك ، وطبقت أصول المعادلة ، لتبين لك ولكل راصد فى الكون أن الزمن الذى نسجله لبهـــانة يساوى صفرا ، أو بتعبير آخر نقول : ان زمن بهـــانة

سيتوقف ، ولن تصاب بالشيخوخة أبدا ، وسيبقى لهـا شبابها أبديا خالدا طالما هي تتحرك بسرعة ضوئية .

وهل هذا شيء معقول ؟

طبيعي شيء لا يعقل .. لأنه لا يعقل أن تتحرك بهانة بسرعة الضوء .. ولا كذلك أي جسيم مادى ، وعليه فان الزمن لا يتوقف ، بل يبطيء الى أبعد الحدود طالما هي تتحرك بسرعة قريبة جدا من سرعة الضوء .

دعنا نوضح ذلك أكثر : لو أن بهانة تحركت بسرعة منتظمة في حدود ٩٠٪ من سرعة الضوء (بالنسبة لنا) ، لتباطأ زمنها بنسبة ٥٠٪ من زمننا الارضى ، ولو ارتفعت سرعتها الى ٩٨٪ من سرعة الضوء ، فان سنة « بهانية » (منسوبة الى بهانة) تساوى خمس سنوات ونصف سنة أرضية ، ولو زادت سرعتها عن هذه النسبة أكثر وأكثر ، فان يوما عند بهانة يساوى عشرات أو مئات أو آلاف السنين مما نعد على أرضنا * .. كل ذلك يتوقف على مدى اقترابها من سرعة الضوء !

ان ذلك يدعونا الى تقديم صورة أخرى أكثر اثارة ..

---

* قد يشير البعض الى أن نسبية الزمن قد وردت فى القرآن الكريم بدليل قوله تعالى «وان يوما عند ربك كألف سنة مما تعدون» .. وقوله « تعرج الملائكة والروح اليه فى يوم كان مقداره خمسين الف سنة » .. والواقع أننى لا أميل الى التعرض لما ليس لى به علم .. كل ذلك متروك لتقديرك ، والله أعلم .

فلو تصورنا أن بهانة كانت متزوجة من الفصيح ، وانه ضايقها جدا بفصاحته ، فتركته وولدهـا البالغ من العمر عشر سنوات ، واستقلت سفينة فضائية وانطلقت بها الى رحلة كونية ، بسرعة شبه ضوئية ، وأقسمت بأنها لن تعود الا بعد سنتين ٠٠ سنة فى الذهاب ، وسنة فى الاياب ، لعل هذه الرحلة تفرج عن نفسها بعض الكروب الارضية ، ويمر الوقت بطيئا ٠٠ ثم تنتشر الانباء بأن بهانة التى تركت الأرض وعمرها ثلاثون عاما ، ستعود بعد أيام ٠٠ وذهب أهل الأرض ـ بما فيهم أقارب بهانة ـ ليستقبلوها ، وعندما تهبط سفينتها وتخرج الى الجموع المحتشدة ، لا تجد بينهم من تعرفه ٠٠ لم يكن هناك الفصيح ولا ابنها ولا أخوها ولا أحد ممن ودعوها ٠ فى استقبالها ٠٠كذلك يفاجأ المستقبلون بوجود بهانة أمامهم وهى فى عز شبابها ٠

وتلحظ بهانة شيخا عجوزا يتقدم نحوها وهو يتوكـأ على عصا ، ثم يأخذها بالأحضان وهو يرحب بها قائلا : حمدا لله على سلامة العودة يا جدتى العزيزة ! ٠٠ غيبة طويلة جدا يا جدتى الرحيمة ٠٠ لقد مرت علينا مائة عام وأنت عنـا بعيدة ! ٠٠

وتظن بهانة أن الذى يأخذها بالأحضان شيخ مخرف لا لوم عليه ،فتبتسم وهى تحدق بدهشة فى المسـتقبلين وتقول : أهلا يا « جدو » ٠٠ متشكرة يا « جدو » ٠

وعندئذ يبادر الناس بتصحيح الاوضـــاع فيقولون بصوت واحد : انه حفيدك يا سيدة بهانة ·· هذا ابن ابنك الذى تركته وعمره عشر سنوات ·· لقد مات جميع من كنت تعرفينهم من عشرات السنين .. ويغمى على بهانة ، ويتوقف نبضها من هول الصدمة ، فتموت وكأنما الموت أراحها ، لأنها لا تستطيع أن تعيش فى زمان غير زمانها ، وكأنما قصة أهل الكهف تتكرر بصورة أخرى مختلفة ·

أظنك الآن قد شممت رائحة الروايات السينمائيـة الخيالية التى تتعرض لنسبية الزمن (مثل آلة الزمن وكوكب القرود) ·· وفيها يصور كاتبوها ـ على أساس علمى ـ كيف أن الزمن يبطىء بالنسبة لرواد الفضاء وهم ينطلقون بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، ثم يعودون بعد سنوات طويلة الى أرضهم ، فلا يعرفون ان كانت الارض أرضهم (لأن كل ما فيها قد تغير) ·· أو أنهم على كوكب غريب وقد يظهر هنا فهلاو ليتساءل : فكرة ؟! .. اذا كان الأمر كذلك ، فلماذا لا يقوم العلماء بالتعجيل بصناعة صواريخ جبارة لنركبها جماعات جماعات ، وننطلق بها بسرعة شبه ضوئية ، فيبطؤ زمننا ، وتطول أعمارنا ، ونبتعد عن هذه الأرض التى تسرع بنا الى شيخوخة محتومة ؟

ليفكر فهلاو كيف يشاء ، وليتخيل كما يريد ، ولكن عليه أن يعرف أن مثل هذه الصواريخ بعيدة المنال ، فانطلاقها بسرعة شبه ضوئية ، فكرة شبه مستحيلة ، لا

جميع امكانياتنا الارضية لن تسعفنا ٠٠ فكل شيء محسوب مقدما * .. ثم ليعلم فهلاو أن من ينطلق بسرعة شبه ضوئية ، لن يعود الى هذه الأرض مرة ثانية .. فنظرية النسبية تتطلب شروطا خاصة : ان الزمن يبطيء فقط اذا سارت السفينة بسرعة منتظمة وبخط مستقيم ٠٠ واذا خالفت هذه الشروط ، ضاعت عليك فرصة تباطؤ الزمن ، وانتهت حياتك بعيدا عن أرضك ٠

وقد تتساءلون بدوركم : ولكن ما يدرينا أن كل هذا صحيح ؟ ٠٠ وهل هناك دليل واحد نستطيع أن نعتمد عليه لنشهد تباطؤ الزمن مع زيادة السرعة ؟

نعم ٠٠ هناك أكثر من دليل ٠٠ فلقد وجد العلماء دليلهم فى تلك الجسيمات الكونية التى تندفع إلى أرضنا بسرعة رهيبة ، وهى التى نطلق عليها اسم « الأشعة الكونية » (لأنها تأتينا من أعماق الكون) ٠٠ بعض هذه الجسيمات الذرية يندفع نحو ذرات غلافنا الهوائى فى طبقات الجو العليا ، فتضربها فى « قلوبها » (نوباتها) فتتفتت القلوب وتتحطم ، لتنطلق منها جسيمات أخرى نطلق عليها اسم الاشعة الكونية القانوية ، وهذه تنطلق نحو أرضنا

---

* ارجع الى ذلك فى كتاب « هل لك فى الكون نقيض ؟! » ـ للمؤلف ، ليتبين لك ان كانت الفكرة ممكنة التنفيذ ٠

بسرعة كبيرة حتى تصل اليها ، وتخترق كل شيء فى طريقها دون أن نحس بها .

ان الذى حير العلماء طويلا أن بعض هذه الجسيمات قصير العمر جدا .. وهى تتبع عائلة اسمها « الميزونات» .. بعض أفرادها لايعيش على حالته التى ظهر بها الا لجزءين اثنين من مليون جزء من الثانية .. وبعضها لجزء واحد من ألف مليون جزء من الثانية ، وغيرها أقل من ذلك بكثير .. ولهذا فان الزمن اللازم لوصولها الينا من طبقات الجو العليا أطول من أعمارها .. والحسابات الدقيقة تؤكد أن مثل هذه الجسيمات لا يمكن أن تصل الى أرضنا * ، ولا بد أن تولد هناك وتموت هناك ، ولكنها مع ذلك تصل الينا ، بدليل أننا نكتشفها ، ونستخدمها مثلا فى الكشف عن الأهرامات وما حوت ، لأنها تستطيع أن تخترق المبانى والجبال والصخور .

عندما استخدم العلماء معادلة النسبية الخاصة بتباطؤ الزمن ، وقدروا سرعة هذه الجسيمات بالنسبة لأرضنا ، وجدوا أن الزمن قد تباطأ بالنسبة لها ، ولهذا تعيش أطول

● الواقع انها لو سارت بسرعة الضوء فانها لاتستطيع أن تقطع أكثر من ميل واحد وبعدها تموت أو تتحلل ، ولكنها تقطع عشرة أميال كاملة ، وهى مازالت على هيئة ميزونات حتى تصل الى أرضنا .

لتصل الى أرضنا ، وهى تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء .

أضف الى ذلك أن العلماء يعيشون مع هذه الجسيمات فى مفاعلاتهم الذرية ، كلما انطلقت فيها أسرع . عاشت أطول من جسيم فى حالة سكون .. تماما كما تنبأت بذلك نظرية النسبية !

كذلك يعرف العلماء ــ وربما أنت أيضا ــ أن للذرات اليكترونات تدور حولها فى مدارات ، وعندما تهتز الاليكترونات ، فانها ترسل موجات كهرومغناطيسية محددة تماما كما تهتز الاوتار باصبع الموسيقى لتعطى موجات صوتية محددة نستقبلها على هيئة نغمات متفاوتة .. كذلك تنبعث موجات الراديو من محطات الارسال نتيجة لاهتزازات الاليكترونات فى مداراتها ، ولا علينا من كل ذلك ، انما الذى يهمنا أن العالم الذرى « ايف » قد استفاد من هذه الحقيقة ، وقارن اهتزاز اليكترونات ذرات الايدروجين وهى فى حالة سكون (نسبى) ، مع ذرات تنطلق بسرعة كبيرة ، فوجد أن الذرات السريعة « تنبض » على فترات طويلة .. أى من الزمن قد تباطأ فى السريعة عن الساكنة وهذا دليل آخر يضاف الى الأدلة السابقة .

ولقد قام بعض العلماء الانجليز بالتقاط اكتشاف تقدم به العالم الألمانى رودلف موسباور فى عام ١٩٥٨

(وحاز به جائزة نوبل) ، وأشار فيه الى امكان استخدام التردد الموجى للذرات المشعة بمثابة ساعات دقيقة غاية الدقة .. وأن هذه الترددات الناتجة من ذرات مرتبطة ارتباط وثيقا فى بلورات تبقى ثابتة الى أبعد الحدود . ومن هنا بدأ العلماء البريطانيون فى اجراء تجربة أخرى لاثبات صحة نظرية النسبية ، ونحن لا نريد أن ندخل هنا فى تفاصيل التجربة ، ولكن يكفى أن نقول انهم استطاعوا أن يثبتوا صحة ما نادى به اينشتاين ، أى أن الزمن يتباطأ بالنسبة لشيء متحرك أكثر من تباطؤ الزمن فى شيء ساكن أو متحرك بسرعة نسبية أقل .

وقد يتدخل الفصيح هنا ويقول : ما لنا ولهذه الادلة الذرية ؟ .. اننا نريد دليلا من واقع عالمنا .. نريد أن نرى أعمارنا وهى تطول .. أن يبطؤ الزمن بالنسبة لنا ، لا بالنسبة لذرات أو جسيمات ذرية تتحرك بسرعة كبيرة .

وردنا : أنه لا يوجد انسان على هذه الارض يستطيع أن يقوم فى الوقت الحاضر باجراء تجربة على اطالة الاعمار الا اذا توصل الى فكرة صاروخ ينطلق فى الكون بسرعة شبه ضوئية وفى خط مستقيم ، حتى لا يعود أبدا .

ومع ذلك ، فما دامت المعادلات ـ رغم غرابتها ـ قد أظهرت صلاحيتها على مستوى الجسيمات الذرية والذرات ،

فان ذلك يدفعنا الى القول بأنها ربما تثبت صلاحيتهـــــا للجزيئات والخلايا والمخلوقات ٠٠ كل ذلك يتوقف على ما يمكن أن تأتى به الاجيال القـــــادمة من أفكار جديدة وابتكارات جديدة ٠٠ وقد تكون نظرية النسبية بداية لعهد آخر جديد ، ولا شك أن أجيالنا أو الاجيال القادمة ستطور هذه النظرية ، كما جاء اينشاين منذ أكثر من ٦٥ عاما ليضع لنا بعض أسرار الكون على هيئة معادلات ، ويحدث بها تطورا فى أفكار نيوتن وجاليليو وكل من جاء بعدهم من أجيال العلماء ٠٠ وعندما يأتى هذا الجيل ، ويطور نظرته بالنسبة للزمان والمكان والحركة والكون ، فلا شك أنـه سينظر الى أفكار أجيالنا ، كما كنا ننظر الى أفكار الاجيال التى سبقتنا بمئات السنين ٠

علينا أن نعود الآن الى سر بعض التناقضـــــات التى وقعنا فيها عندما كنا نتعرض للحركة والسرعة ، وكيف أننا طبقنا قوانينها كما نفعل فى حياتنا اليوميـة (أى نضيف السرعات أو نطرحها) ٠٠ ولكن معادلات النسبية أشارت الى أن ذلك ليس صحيحا تماما ، وفيه أخطاء قد لا تظهر لنا بالنســـبة لما تعودنا عليـــه فى أرضــــنا ، ولكن الخطأ سيبدو فاحشـــا عندما نتعرض للسرعات الكونيـة العالية ٠٠ ويكفينا هنا أن نشير الى مثـــال قصير ، لنعيد الذكريات التى سبق أن قدمناها ٠٠ ولنفترض أن سفينة الفصيح قد تعطلت فى الفضاء (مجرد فرض) ، فتوقفت

عن الحركة ، وجاءت بهانة بسفينتها لتنطلق خلفه ثم تمر بجواره بسرعة ١٨٠ ألف ميل فى الثانية ، وفى اللحظة التالية تكون بهانة قد قطعت ١٨٠ ألف ميل أمام سفينة الفصيح الذى أراد أن يعطيها اشارة ضوئية لتنطلق خلف سفينتها بسرعة ١٨٦ ألف ميل فى الثانية عندئذ لو نظرت بهانة وهى تنطلق أمام الضوء بسرعة ١٨٠ ألف ميل فى الثانية ، فانها لن ترى الضوء وهو يلهث وراءها بسرعة ستة آلاف ميل فى الثانية ، بل تراه يندفع خلفها بسرعته المعهودة ــ أى ١٨٦ ألف ميل فى الثانية ، رغم انها تنطلق أمام الضوء بسرعة ١٨٠ ألف ميل فى الثانية ٠

ان طرح السرعات هنا أمر منطقى ومعقول لكل من لا يعرف شيئا عن النسبية ، وهــذا هو سر التناقض ٠٠ رغم انه لا يوجد فى الواقع تناقض ٠٠ لأننا لم ندخل فى حسابنا تباطؤ الزمن بالنسبة لبهانة كما يراه الفصيح أو كمــا نراه نحن على أرضــنا ٠٠ لأن ثانية من زمن بهانة تختلف فى طولها عن ثانية من زمننا الأرضى ٠٠ ان تمدد الزمن عندها يعطيها احساســا بأن الضــوء ينطلق نحوها بسرعته المعهودة ٠٠ كلما جرت أمامه أسرع ، تباطأ زمنها أكثر ، وعلينا أن نعوض تمدد الزمن (أو انكماشه) فى كل حســـاباتنا ، وعندئذ لن نجـــد هناك ما يدعو الى التناقض ٠

اننا نعتبر الثانية فترة زمنية محددة ، ولكننا نستطيع

أن نعتبرها مسافة أو بعدا من أبعادنا المعروفة ، فنقول ان مسافة ١٨٦ ألف ميل تعادل ثانية ضوئية ، أو أن القمر يبعد عنا بمقدار ثانية وثلث ضوئية ، وان أقرب نجم (بعد الشمس) تفصلنا عنه مسافة ٤ر٣ سنة ضوئية (حوالى ٢٦ مليون مليون ميل) .. وان مجرة « المرأة المسلسلة » تبعد عنا مليونى سنةضوئية .. كأنما الزمن هنا بعد من أبعاد الكون ، وهو يتمدد أو ينكمش ، ولكننا لا نستطيع أن نراه منكمشا كما ينكمش الفأر أمام القط أو كما ينكمش الثوب الجديد بعد غسيله .. ولكوننا لا نراه كبعد من الابعاد التى تحدد عالمنا ، فان هذا لا يعنى أنه غير موجود ، ووجوده لا يعنى أن يكون بالصورة التى ننظر بها الى الزمن فى ساعاتنا ، رغم أننا استخدمناها ونحن نتحدث عن الزمن لتبسيط الامور .. أضف الى ذلك أنه لا يوجد أمامنا شيء بديل نحدد به ما نود أن نصل اليه .

ومهما ناقشنا هذا الموضوع باللغة التى نستخدمها فى حياتنا ، فاننا سنكون كمن يدور فى حلقة مفرغة .. ولن تصل الى طبيعة الزمن أو نستوعبه كما تصوره لنا المعادلات الرياضية .. ولو كانت المعادلات الرياضية نسيجا من وحى الخيال ، أو أنها لا تقوم على أساس ، لما فتحت لنا أسرار الكون لننظر اليه حيث يجب أن يكون ، لا حيث تصوره لنا عقولنا !

اننا نقع في المتناقضـــات ، وقد نرجع ذلك الى أن قوانين الطبيعة ليست واحدة فى كل الاطارات .. وليس العيب فى القوانين ولا فى النظام البديع الذى يسير عليه الكون ، انما العيب أننا فى تحليلنا لأمور الكون نفصل البعد الزمنى عن الأبعاد الثلاثة المعروفة لأحاسيسنا والابعـــاد الثلاثة تكون الفراغ الذى تنتشر فيه الاجرام السماوية ، فنرى الكون أمامنا بعمقه واتساعه واتجاهاته ، ولكننا لانستطيع أن نستوعب البعد الزمنى أو الرابع كمـــا يطلقون عليه ، ونضيفه الى الابعاد الثلاثة لنقول اننا نعيش فى كون تحكمه أبعاد أربعة ، منسوجة مع بعضها بطريقة أو بأخرى .. ولكننا لا نراها على حقيقتها مجتمعة .. ولو رأيناها .. دعنا اذن نتعرض لذلك فى باب آت مستقل ، لنختم به موضوعنا .

كون غريب بأبعاد أربعة !

« ان كل من ليست له صلة بالعلوم الرياضية ،سوف تنتابه رعدة غامضة عندما نذكر له وجود أشياء تتصف بصفات الأبعاد الأربعة ، ومع ذلك فاننا لا نستطيع أن نجد فى لغتنا كلمة مألوفة نعبر بها عن ذلك أكثر من قولنا ان العالم الذى نعيش فيه ليس الا استمرارا للزمان والمكان * فى أبعاد أربعة » !

هكذا عبر أينشتاين عن الكون كما يراه من خلال معادلاته الرياضية ، وكما يراه علماء الرياضة الآخرون ..

* يعبر العلماء العرب عن ذلك أحيانا بلفظ واحد «الزمكان». ناتج من ادماج الزمان والمكان فى كلمة واحدة لتدل على أنهما شيئان متصلان أو مستمران . (Space-time-continium)

فبهذه اللغة وحدها ـ لغة العلوم الرياضية ـ يستشفون صورة مقربة لما يمكن أن تكون عليه طبيعة الكون الممتد حولنا فى جميع الاتجاهات ، ومع ذلك لا نستطيع أن ندركه بعقولنا ، أو نتصوره بخيالنا ٠

ولكى نصل الى جوهر ما يعنيه أينشتاين عن الكون المحكوم بأبعاد أربعة ، دعنا نقدم صورا ملموسة بخيالنا ٠٠ ولنتخيل وجود مخلوقات تعيش فى كون يحكمه بعد واحد لا غير ٠٠ عندئذ لن ترى هذه المخلوقات عالمها كما نرى نحن عالمنا ٠٠ فهى عندما تتحرك فان حركتها لا تحيد عن صراط أو خط مستقيم ٠٠ انها لا تعرف كيف تتجه يمينا أو يسارا ، لأنها لا تدرك معنى اليمين ولا اليسار ٠٠ كل ما تعرفه هو ذلك البعد الواحد أو الخط الرفيع الذى يجب عليها أن تتحرك فيه ٠٠ فقط الى الأمام أو الى الخلف ٠٠ كما تتحرك النملة على خيط طويل ورفيع ، أو كما يتحرك لاعب الأكروبات على حبل مستقيم منصوب فى الفضاء بعيدا عن أى مساحة من الارض يستطيع أن يتجول عليها كما نتجول ٠٠ وكذلك تكون مخلوقات الكون ذى البعد الواحد ٠٠ فلقد ولدت فيه ، وعاشت وتناسلت وتأقلمت عليه ، ولهذا لا تجد فيه شيئا خارجا عن المألوف ٠٠ انه عالم منطقى وواقعى ٠٠ تماما كما ننظر الى عالمنا ٠

ولنفرض أن عالما رياضيا قد ظهر فى هذا العالم المحكوم ببعد واحد ، وأنه كان على درجة كبيرة من الذكاء

عندئذ قد ينظر الى كونه نظرة عميقة من خـــلال تحليلات رياضية ، ثم نراه يتوصل الى وجود بعد آخر يطلق عليه «العرض» .. وعندما يذيع ما توصل اليه بين مخلوقات عالمه ، قد يجد منهم من يقول له « فى عرض دينك دعنا من هذه الفلسفة ، فانا بما تقول لكافرون » .

وقد يناقشه بعض العقلاء في الامر ، ويقولون : وماذا تعنى بهذا البعد الذى تطلق عليه « العرض » ؟ .. فيقول : ان ذلك يعنى وجود مسطح أو مساحة نستطيع ان نتجول عليها في أى اتجاه نريد .. فيقولون : وماذا تعنى بمسطح، وماذا تقصد بكلمة اتجاه ، ونحن لا نستطيع أن نستوعب بعقولنا الا هذا البعد الواحد الذى قدر علينا ألا نحيد عنه ولا نميل ؟ .. فيقول : انكم تستطيعون تصور ذلك من معادلتى الرياضية ، لأنها توضح أن الخط المستقيم لو أصبح له عرض ، فانه ينبسط وينبسط حتى يصبح مسطحا .. مثل ماذا ؟ .. مثل ماذا ؟ .. (طبعا بالنسبة لنا نقول مثل هذه الورقة مثلا ، فلها طول وعرض) .

ويتوقف العالم عن الكلام ،لأنه لا يجد فى عـــالمه نموذجا حيا لشيء مسطح .. فكل ما فيه خطوط مستقيمة ولم تر المخلوقات هناك الا بعدا واحدا لا غير ، وعندئذ قد يقول هذا العالم الرياضى « اننى في الواقع لا أستطيع أن أجد كلمة مألوفة أكثر من قولى ان العالم الذى توصلت اليه من خلال معادلاتى ليس الا استمرارا للطول والعرض فى

بعدين اثنين » ٠٠ ومهما قال فان أحدا منهم لا يستطيع أن يتصور ذلك على الاطلاق ٠٠ فعقولهم محدودة ببعد واحد لا غير ٠

علينا أن نتخيل بعد ذلك وجود مخلوقات تعيش فى عالم يحكمه بعدان اثنان : طول وعرض ٠٠ وهذان البعدان يكونان مساحة مسطحة ، وعليهما تتحرك تلك المخلوقات في أى اتجاه تشاء ، ولكنها لا تستطيع ان تقفز الى أعلا ، أو أن ترى لكونها عمقا ٠٠ فكل ادراكها مقصور على هذين البعدين ٠٠ فاذا سقطت كرة فى عالمهم ، فانهم لا يرونها كما نراها ٠٠ بل تظهر أمامهم على هيئة دائرة كالتى نرسمها على الارض أو على أى شيء مسطح ٠٠ أى أنهم يرون كل شيء أمامهم كما نرى نحن الظلال على أرضنا وليس للظل على الارض ارتفاع أو عمق ٠٠ وبالاختصار فان هذه المخلوقات لا تعرف فوقا من تحت ، لأن ادراكهم محكوم ببعدين متصلين ٠٠ طول وعرض ٠

عندئذ لو ظهر فيهم عالم رياضى ، وقال لهم — من خلال معادلاته — انه استطاع أن يحدد بعدا ثالثا تظهر به الأشياء مجسدة ٠٠ عندئذ يهزون رءوسهم بدهشة ويقولون : وماذا تعنى بشيء مجسد ؟ ٠٠ فيقول : أى أن له بعدا ثالثا يعطيه عمقا ؟ ٠٠ فيقولون : وما معنى العمق ؟ ٠٠ فيقول : انه البعد الثالث أو الارتفاع الذى يظهر لنا الكون كفراغ تنبث فيه أشياء مجسدة ٠٠ مثل ٠٠ مثل

ماذا ؟ .. ويتوقف العالم الذى يعيش فى كون لاتستطيع مخلوقاته أن تدرك الا بعدين اثنين ثم يقول « الواقع أننى لا أستطيع أن أجد كلمة مألوفة أكثر من قولى ان العالم الذى توصلت اليه بمعادلاتى ليس الااستمرآرا لأبعاد ثلاثة : طول وعرض وعمق » .. ومهما تحدث عن معنى البعد الثالث أو العمق ، فان أحدا من عالمه لا يستطيع أن يتصور وجود بعد ثالث ، لأن عقولهم لم تتهيأ الا لادراك بعدين اثنين .

ولنتعرض بعد ذلك لعالم تحكمه أبعاد ثلاثة : طول وعرض وعمق ، وفيه يظهر كل شيء مجسدا .. تلال وأشجار وبيوت وعربات وطائرات وصواريخ وفضاء واسع يتطلعون اليه بعيونهم ومناظيرهم ، فيرون فى أعماقه وفى كل اتجاهاته نجوما وسدما ومجرات .. انه عالمنا الذى نعيه بادراكنا ، ونعيش فيه بأحاسيسنا ، حتى يظهر بيننا علماء الرياضيات الذين يتحدثون — من خلال معادلاتهم — عن وجود بعد رابع يطلقون عليه البعد الزمنى . ليدخل فى نسيج واحد مع الابعاد الثلاثة التى ندركها بأحاسيسنا ومشاعرنا ، فنقول : وما هى طبيعة هذا البعد الزمنى ؟ فيقولون : انه ينكمش أو يتمدد ! .. فنقول : وكيف ذلك يكون ؟ .. فيقولون : لأنه يعتمد على الحركة والسرعة ؟ فتقول : وهل نستطيع أن نراه ؟ فيقولون : فقط من خلال المعادلات الرياضية ، والهندسة الفراغية للزمان

والمكان .. وكأننا نعود بذلك الى قول اينشتاين « ان كل من ليست له صلة بالعلوم الرياضية ، سوف تنتابه .. الى أن يقول : ومع ذلك فاننا لا نستطيع ان نجد فى لغتنا كلمـــة مألوفة نعبر بهـــا عن ذلك أكثر من قولنا : ان العالم الذى نعيش فيه ليس الا اســـتمرارا للزمان والمكان فى أبعاد أربعة .. مثله فى ذلك كمثل العالم الذى كان يعيش فى عالمه ذى البعد الواحد ، وأراد أن يصور لقومه معنى عـــالم ذى بعدين .. وكصـــاحبه الذى يعيش فى عالم يحكمه بعدان ، ثم يريد أن يطور نظرتهم الى عالم فراغى فيه استمرار للطول والعرض والعمق (أو بما نعبر عنه بالمكان .. لأننا نشغل فيه حيزا مجسدا).

ان أى انسان فى هذا العالم لا يستطيع ان يرى فى أبعاد أربعة مستمرة فى الزمان والمكان (أو الفراغ بأبعاده الثلاثة المعروفة) .. لأن ادراكنـــا عن ذلك قاصر ، ولو أدركنا حقيقة الابعاد الاربعة ، لربما تجلى لنا المستقبل بكل أحداثه القادمة والماضى بكل صوره الزائلة .. ولكن حمدا لله أن حجب عنا ذلك ، والا لكانت مصيبتنا ثقيلة وفادحة .. ولك وحدك أن تتصور ماذا قد يعنى ذلك ، ان الله حليم ستار .. و « لو علمتم الغيب ، لاخترتم الواقع» .. ويكفينا ذلك ، لأننا لا نود أن نخوض فيما ليس لنا به علم .

علينا الآن أن نتساءل : هل اذا نظرنا الى الكون فى الزمان والمكان .. فهل نراه على حقيقته ؟ .. الواقع أننا

لا نرى الحقيقه لا في الزمان ولا في المكان ٠٠ اننا نرى النجوم لا حيث تكون الآن ، ولكننا ننظر الى الماضي ٠٠ الى حيث كانت هناك في مواقعها منذ سنوات ، أو عشرات السنوات أو مئات او آلاف أو ملايين السنين .. فالذي يحدد لنا وجودها ، أشعة الضوء الواصلة منها ٠٠ وهـــذه تقطع مسافات تقدر بالسنين أو ملايين السنين الضوئية ٠٠ أي أن ما يصل الينا الآن من ضوئها ليس الا ضوءا بعثته منذ زمان طويل ٠٠ ونحن لا نســتطيع أن نحـدد وجودها ومواقعهـــا حيث تكون الآن ، بل حيث كانت منذ زمان طويل ، لأنها تتحرك دائما في الزمان والمكان ، ولكوننا لا نستطيع أن نستوعب الزمان والمكان في ومضة خاطفة ، فنشهد كل شيء في الكون على حقيقته ، فذلك مرده الى عقولنا القاصرة ، والى حواسنا التي لا تسمع ولا ترى الا في حدود جد ضيقة ٠٠ وهذا موضوع طويل ترانا في حل من التعرض له هنا لضيق المجال ٠

هذه اذن قشور سطحية عن نظريتهالنسبيةالخاصة لأن معناها الرياضي أعمق من ذلك بكثير ، ولكننا لا نريد أن نزج بالقارىء في معمعة علمية لا يعرف لها قرارا ، ولي في ذلك بعض العذر ، وأرجو أن أكون قد وفقت فيمـــا قدمت ٠

وقبل أن نطوى هذه الصفحات ، كان لا بد أن نقول ان الله وحده هو الذي يحيط بكل شيء علما ، فيرى كونه

على حقيقته المطلقة من أوله الى آخره فى لمحة خاطفة . وقد منحنا عقولا لتبحث فى أسرار الكون العظيم علها تصـــل يوما الى الحقيقة .. وهنا قد يتساءل البعض وماذا نقصد بالحقيقة بعد ان اظهرت لنا نظرية النسبية ان كل شيء نسبى ؟ .. فاذا كان الأمر كذلك ، فهل يتوصل الانسان الى الحقيقة المطلقة يوما ؟ .. واذا وصل ، فماذا يعنى هذا ؟

لو فرضنا أن الانسان قد وصل الى الحقيقة المطلقة فسيكون فى مرتبة خالقه ، ولا يمكن بطبيعة الحال أن يرقى بالمخلوق الى مرتبة الخالق . لأنه جزء من كل ، ولهذا فكل ما يتوصل اليه الانسان انما هو حقيقة نسبية لا مطلقة ، لأن المطلق لله وحده .. وكل ما عداه فهو نسبى .

ومهما كانت الامور ، فان أسرار الكون لن تنتهى أبدا .. فهى بمثابة بحر هائل لم نحصل منه الا على قطرة .. وما زلنا حائرين فى هذه القطرة ، وستبقى عقولنا دائما حائرة أمام أسرار الكون المتلاطمة .. عقولنا كأنما يقـول فيها الشاعر :

فســـارت هباء واضـــمحلت كذرة

على الشاطىء المحموم والموج صاخب

الفهرس

الموضوع	الصفحة

المطبعة الثقافية

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٠٢/١٩٧٠

الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

ملتزم التوزيع
في الجمهورية العربية المتحدة وجميع انحاء العالم
الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

مكتب الشركة بالجمهورية العربية المتحدة

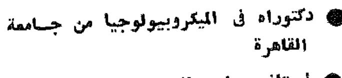
الفرع	العنوان	التليفون / المدينة
١ ــ فرع شريف	٣٦ شارع شريف	تليفون ٤٠٠١٢ القاهرة
٢ ــ فرع ٢٦ يوليو	١١ شارع ٢٦ يوليو	٥٥٠٣٩ القاهرة
٣ ــ فرع ميدان عرابي	٥ ميدان عرابي	٤٦٣٨٣ القاهرة
٤ ــ فرع المبتديان	١٣ شارع محمد عز العرب	٢٤٤٨٧ القاهرة
. فرع الجمهورية	٢٢ شارع الجمهورية	٩١٠٧١٢ القاهرة
. فرع عابدين	١٤ شارع الجمهورية	٩١٤٢٢٣ القاهرة
. فرع الحسين	ميدان الحسين	القاهرة
. فرع الجيزة	١ ميدان الجيزة	٨٩٨٣١١ القاهرة
٩ ــ فرع أسوان	السوق السياحي	٢٩٣٠ أسوان
١٠ ــ فرع الاسكندرية	٤٩ ش سعد زغلول	٢٥٩٢٥ الاسكندرية
١١ ــ فرع طنطا	ميدان الساعة	٢٥٩٤ طنطا
١٢ ــ فرع المنصورة	ميدان المحطة	المنصورة
١٣ ــ فرع أسيوط	شارع الجمهورية	أسيوط

مراكز ووكلاء الشركة خارج الجمهورية العربية المتحدة

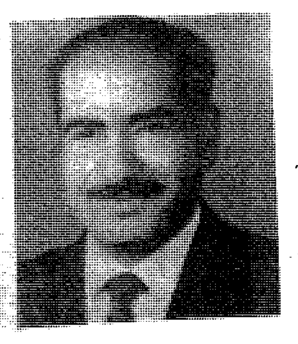
الوكيل	العنوان	المدينة
١ ــ مركز توزيع الجزائر	شارع بن مهيدي العربي رقم ١١ مكرر	الجزائر
٢ ــ مركز توزيع لبنان	شارع دمشق	بيروت
٣ ــ مركز توزيع العراق	ميدان التحرير	بغداد
٤ ــ عبد الرحمن الكيالي	شارع ٢٩ آيار ــ دمشق	سوريا
٥ ــ الشركة العربية للتوزيع	ص. ب رقم ١١٢٨ بيروت	لبنان
٦ ــ قاسم الرجب	مكتبة المثنى ــ بغداد	العراق
٧ ــ رجا العيسى	وكالة التوزيع ــ عمان	الأردن
٨ ــ عبد العزيز العيسى	دار التوزيع ص.ب ١٥٧٦	الكويت
٩ ــ وكالة المطبوعات	الكويت	الكويت
١٠ ــ مكتب الوحدة العربية	شارع عمرو بن العاص ــ ليبيا	بنغازي
١١ ــ محمد بشير الفرجاني	٥٣ شارع عمرو بن العاص	طرابلس
١٢ ــ الشركة الوطنية للتوزيع		تونس
١٣ ــ وكالة الأهرام	شارع الرشيد	عمان
١٤ ــ المكتبة الوطنية	المنامة ــ الخليج العربي	البحرين
١٥ ــ مكتبة العروبة	ص.ب ٤٢ و ٦٤	الدوحة
١٦ ــ عبد الله حسين الرستماني	المكتبة الأهلية ص.ب ٢٦١	دبي / عمان
١٧ ــ المكتبة الحديثة	ص ب ٣٧	مسقط
١٨ ــ أحمد سعيد حداد	المكتبة الوطنية ص.ب ٢٥	المكلا
١٩ ــ مكتبة دار القلم	شارع عبد المغني ميدان التحرير	صنعاء
٢٠ ــ علي ابراهيم شمر	ص . ب ٨٢	أسمرة
٢١ ــ عبد الله قاسم الحرازي	ص ب ١٧١٤	أديس أبابا
٢٢ ــ مكتبة ستر	ص ب ٩٣٦	مقديشو
٢٣ ــ عبد الله عامر محمد	ص ب ٨١٥	مباسا
٢٤ ــ مكتب توزيع المطبوعات العربية	لندن	لندن
٢٥ ــ المكتب التجاري الشرقي	٤٠ ش كمبجار ص ب ٢٠٠٤	سنغافورة
٢٦ ــ مكتبة مصر		الخرطوم
٢٧ ــ مكتبة الفجر		واد مدني
٢٨ ــ زكي جرجس جاليوس	ص ب رقم ١٥٥	الخرطوم
٢٩ ــ ابراهيم عبد القيوم	مكتبة القوم ص ب ١٨٠	بور سودان
٣٠ ــ عوض الله محمود دوره	مكتبة دوره ص ب ٩٤	عطبرة
٣١ ــ عيسى عبد الله	المكتبة الوطنية ص ب ٢١٥	وادي مدني
٣٢ ــ مصطفى صالح	ص ب ١٤	كوستي

أسعار البيع للجمهور في الدول العربية

سوريا ٥٥ قرش سوري ــ لبنان ٥٠ قرش لبناني ــ الأردن ٥٥ فلس ــ العراق ٥٠ فلس ــ الكويت ٧٠ فلس ــ السودان ٥٠ مليم ــ ليبيا ٥٥ مليم ــ قطر ٧٥ درهم ــ البحرين ٧٥ فلس ــ عدن ١٠٠ سنت ــ أديس أبابا ٥٠ سنت ــ أسمرة ٥٠ سنت ــ الجزائر ٨٠ سنتيم



- دكتوراه فى الميكروبيولوجيا من جامعة القاهرة
- أستاذ مساعد الميكروبيولوجيا الصحية بكلية الهندسة ـ جامعة الاسكندرية .
- من مؤلفاته فى هذه السلسلة : الميكروبات والحياة ، دورات الحياة ، الفطريات والحياة ، الفيروس والحياة ، أسرار المخلوقات المضيئة ، لماذا نموت ، معارك وخطوط دفاعية فى جسمك .



الدكتور عبد المحسن صالح

يصدر قريبا

المكتبة الثقافية

(جامعة حرة)